Deutsche Forschung

Aus der Arbeit der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft

Heft 22



Metallforschung

3. Mitteilung: Gemeinschaftsarbeiten aus den Jahren 1930–1932

Verlag der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft

Für den Buchhandel durch Karl Siegismund Verlag Berlin

1933

Satz und Druck von A. Heine G.m.b.H., Gräfenhainichen

Inhalt

Vorwort

Die Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft übergibt in diesem Hefte die Tätigkeitsberichte ihres Metallforschungsausschusses über die Jahre 1930, 1931 und 1932 der Öffentlichkeit. Mit ihnen und den früheren aus den Jahren 1925 bis 1929 bejaht sie eine Frage, welche bei der Prüfung der Kräfte unseres Volkes die Führer bewegen muß: vermag systematische wissenschaftliche Forschung und organisierter Fleiß die vielen und vielgestaltigen Bedürfnisse der Nation zu decken, ihrer Sorgen sich annehmend und ihre Probleme erfolgreich lösend? In achtjähriger Arbeit ist es der Notgemeinschaft gelungen, die für die Bearbeitung der physikalischen, chemischen, technologischen und mineralogischen Metall-Probleme geeigneten Forscher im ganzen deutschen Reiche zu sammeln und ihnen durch Bereitstellung aller notwendigen Hilfsmittel die rasche und möglichst vollkommene Durchführung ihrer Aufgabe zu erleichtern. Geht es doch um eine bedeutsame Gruppe menschlicher Werkstoffe, welche einer schaffenden Nation, die sich auf sich selbst besann, in ausreichender Menge und hochwertigster Form zur Verfügung stehen muß.

Ein Blick in die vorliegenden Berichte zeigt, welche Ziele die Leitung dieser Gemeinschaftsarbeit im Auge hat, und die hohe Zahl von 650 Abhandlungen, welche die bisherigen Ergebnisse der geförderten Arbeiten enthalten, läßt den Arbeitseifer erkennen, von dem unsere Mitarbeiter beseelt sind, mag es sich handeln um die Durchforschung der heimatlichen Erz- und Rohstoffquellen, um die Aufklärungsarbeit auf dem Gebiete der metallurgischen Vorgänge, um die Veredelung der Metalle und Legierungen oder um die Erkenntnisse der Gesetze, denen die Formänderung der metallischen Stoffe folgt oder endlich um das Wesen der Metalle selbst, welche uns dereinst zum vertieften Verständnis aller elek-

trischen und magnetischen Eigenschaften dieser merkwürdigen Stoffe und deren letzten Ursachen führen soll.

Das Werk ist noch nicht abgeschlossen; wir wissen bereits um wichtige neue Ergebnisse, welche das laufende Jahr brachte, wir wissen um neue Aufgaben, welche unserer harren, und weitere lebenswichtige werden uns gestellt werden in unserer großen Zeit, welche alle Kräfte der Nation ruft. Die Metallforschung und alles, was zu ihr gehört, ist mobil und ihre erprobte Arbeitsgemeinschaft stellt sich freudig in den Dienst des Ganzen.

R. Schenck.

Bericht über die während des Jahres 1930 durchgeführten, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützten Gemeinschaftsarbeiten auf dem Gebiete der Metallforschung

Geheimer Regierungsrat Prof. Dr. R. Schenck, Münster i. W.

Das Jahr 1930 hat die Gemeinschaftsarbeiten auf dem Gebiete der Metallforschung in dem bisherigen Sinne und dem alten Tempo weiterzuführen gestattet. An ihnen sind etwa 40 Forscher beteiligt gewesen; die Zahl der neuen Veröffentlichungen beträgt 113.

Nachdem die Berichte aus den Vorjahren in dem Heft 15 der Deutschen Forschung der Öffentlichkeit übergeben worden sind, aus denen der Leser über die Organisation der Arbeiten und über ihre Geschichte das Notwendige entnehmen kann, erübrigt es sich, auf den Plan noch einmal einzugehen. Es genügt, die neuen Ergebnisse zu schildern und zu zeigen, wie die Neuarbeit auf die einzelnen Abteilungen verteilt gewesen ist.

Abt. A: Über das Wesen des metallischen Zustandes.

Die Untersuchungen atomphysikalischen Inhaltes haben sich nach verschiedenen Richtungen erstreckt.

Wir haben zu erwähnen eine Arbeit von Glocker und Schäfer über die Bestimmung des Atomformfaktors schweratomiger Elemente. Als Grundlage für Intensitätsmessungen bei Strukturanalysen haben sie das atomare Streuvermögen an Gold und Wolfram bestimmt und im Gegensatz zu früheren Ergebnissen Brentanos die Messungen im Einklang mit der wellenmechanisch berechneten Ladungsdichte gefunden.

Aufklärung des Wesens der elektrischen Leitfähigkeit des Metalls erhofft man aus Untersuchungen an Einkristallen, bei denen man die Abhängigkeit der Leitfähigkeit von der Richtung studiert hat. Bei Quecksilberkristallen beträgt die Anisotropie nach Messungen E. Grüneisens etwa 25%, liegt aber merkwürdigerweise im entgegengesetzten Sinne wie bei Zink und Cadmium, mit denen sich Schell beschäftigt hat. Die Grüneisenschen Untersuchungen wurden mit Hilfe einer Luft-

verflüssigungsanlage durchgeführt, welche die Notgemeinschaft dafür zur Verfügung gestellt hatte. Messungen der Wärmeleitfähigkeit am gleichen Objekt sind dem Abschluß nahe, aus denen sich dann die Wiedemann-Franz-Lorenzsche Verhältniszahl ergeben wird. Im Gange sind noch Messungen der thermischen Ausdehnung, der elastischen Konstanten und der magnetischen Suszeptibilität von Quecksilberkristallen.

Sehr wichtige Forschungsergebnisse wurden im Kältelaboratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt zutage gefördert. Dort wurden die Untersuchungen über den elektrischen Widerstand reiner Metalle, metallischer Legierungen und von Metallverbindungen zwischen 1,2° und 273° abs. durch Herrn Oberregierungsrat Dr. Meißner und seine Mitarbeiter fortgeführt. Aus den am Schluß des Berichtes zusammengestellten Veröffentlichungen ergibt sich das Auftreten von Supraleitfähigkeit und Sprungpunkten bei vier weiteren metallischen Elementen: Tantal, Thorium, Titan und Niobium, von denen das letztere den höchsten der bei elementaren Stoffen beobachteten Sprungpunkte, nämlich 8,5° abs., aufweist.

Die Feststellungen machen es zweifelhaft, ob die ältere Anschauung, daß für die Supraleitfähigkeit die Stellung des Metalls im periodischen System und die Elektronengruppierung maßgebend seien, zu Recht besteht, denn es verteilen sich die supraleitenden Elemente auf einen großen Bereich des periodischen Systems. Es scheint vielmehr die Kristallstruktur und unter Umständen auch die Anwesenheit von Fremdatomen dafür wesentlich zu sein. Dr. Meißner und Dr. Franz fanden völlig unerwartete Tatsachen beim Studium chemischer Verbindungen, bei denen nur die eine Komponente metallisch ist. Das Auftreten der Supraleitfähigkeit beschränkte sich nicht auf das Kupfersulfid, wo Meißner sie konstatierte, sie fand sich auch bei mehreren Nitriden und Karbiden von Metallen, bei Vanadium-, Titan- und Zirkonnitrid sowie bei den Karbiden von Titan, Wolfram, Molybdän, Tantal und Niob. Bei dem letzteren liegt der Sprungpunkt bei 10,1° abs., d. h. so hoch, daß er schon mit festem Wasserstoff erreicht werden kann, daß es also des flüssigen Heliums dafür nicht unbedingt bedarf. Fände man supraleitende Stoffe mit noch höher gelegenen Sprungpunkten, so könnte man an die technische Verwendung der Supraleitfähigkeit denken. Jedenfalls geht aus den Forschungsergebnissen Dr. Meißners hervor, daß die Supraleitfähigkeit kein auf ganz wenige Stoffe beschränktes Phänomen ist, und daß es unbedingt erforderlich ist, die Untersuchungen weiter fortzusetzen und weiter zu

unterstützen, denn es scheint so, als würden sich aus ihnen ganz grundlegende neue Erkenntnisse gewinnen lassen.

Systematische Untersuchungen von Meißner, Franz und Westerhoff über die Supraleitfähigkeit von Legierungen sind im Gange, und auch bei ihnen sind bereits interessante und wichtige Feststellungen gemacht worden. Es hat sich z. B. gezeigt, daß bei Mischkristallen supraleitender Komponenten der Sprungpunkt gewisser Legierungen ein Maximum zeigt, also über den Sprungpunkten der Komponenten liegt. Es ist das z. B. der Fall bei der Legierung 18% Indium—82% Thallium. Von den gleichen Forschern sind auch systematische Untersuchungen über die Supraleitfähigkeit von Gold-Wismut-Legierungen, bei deren Komponenten man bisher die Eigenschaft nicht hat feststellen können, in die Wege geleitet worden.

Untersuchungen von R. Holm (Forschungslaboratorium des Siemens-Konzerns) und W. Meißner bezogen sich auf den Kontaktwiderstand von Metallen und insbesondere auf den Kontaktwiderstand zwischen Supraleitern. Die Kenntnis dieser Größen ist für viele technische Probleme (Schaltanlagen, Mikrophone usw.) von Wichtigkeit; besonders wichtig ist der Kontakt von Supraleitern für die Theorie der Supraleitfähigkeit selbst. Der Kontaktwiderstand zwischen nicht supraleitenden Metallen bei Anwesenheit von Gashäuten erwies sich als nahezu temperaturunabhängig, während er beim Fehlen der Gashäute ähnlich wie der Widerstand der Metalle selbst sinkt. Bei supraleitenden Kontaktkomponenten stieß man auf das unerwartete Ergebnis, daß nicht nur zwischen zwei supraleitenden gleichartigen Metallstücken, sondern auch zwischen zwei verschiedenen Supraleitern bei bloßem Berühren der Metallstücke Supraleitfähigkeit möglich ist. So wird ein Blei-Zinn-Kontakt am Sprungpunkt des Zinns supraleitend.

Die Physikalisch-Technische Reichsanstalt setzte ferner die Untersuchungen von H. J. Seemann (Greifswald) über den Widerstand von Gold-Kupfer-Legierungen fort, Dr. Meißner ergänzte sie durch Messungen im Temperaturgebiet des flüssigen Heliums; dabei wurde auch eine Nickel-Mangan-Legierung mitgeprüft. Supraleitfähigkeit konnte bei ihnen bis zu 1,2° abs. nicht festgestellt werden. Weitere Untersuchungen von Gold-Kupfer-Legierungen von Meißner, Franz und Westerhoff sind in Angriff genommen.

Auf andere Untersuchungen über die mechanischen Eigenschaften bei tiefsten Temperaturen, welche mit den Hilfsmitteln des Kältelabora-

toriums der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt durchgeführt worden sind, wird im Kapitel C einzugehen sein.

Über das Problem des passiven Zustandes der Metalle, über den bei den verschiedenen Forschern voneinander abweichende Anschauungen bestehen (Oxydhauttheorie, Deckschichtentheorie, Modifikationstheorie), haben E. Rupp und E. Schmid Klärung zu schaffen versucht, indem sie die Methode der Elektronenbeugung bei der Reflexion eines Elektronenstrahles unter konstantem Einfallswinkel und Variation der Strahlgeschwindigkeit auf die Frage nach der Struktur der passiven Schicht auf Eisen angewendet haben. Sie konnten dabei die passive Schicht an Eisen durch Beugungsmaxima charakterisieren und feststellen, daß der Schicht ein ganz bestimmter Gitterabstand von 3,4 A⁰ eigen ist. Es ist aber keine hinreichende Klarheit darüber zu erhalten gewesen, ob es sich um eine dreidimensionale Deckschicht handelt, oder ob der gefundene Netzebenenabstand einer zweidimensionalen adhärierenden Schicht zuzuschreiben ist.

Zu B: Das Gefüge und die physikalischen Eigenschaften der Metalle und Legierungen.

An die Spitze unseres Berichtes über die im engeren Sinne metallkundlichen Untersuchungen wollen wir auch dieses Mal die Mitteilungen über die neuen Untersuchungsmethoden allgemeinerer Art stellen. Im Glockerschen Institut in Stuttgart hat Renninger röntgenspektralanalytische Untersuchungen der leichtatomigen Elemente mit Hilfe des Gitterspektrographen in Angriff genommen. Weiter haben G. Sachs und J. Weerts ein besonders einfach durchzuführendes Präzisionsverfahren für die Bestimmung der Gitterkonstanten ausgearbeitet, das sie an Gold-Silber-Legierungen erprobt haben.

In der Technischen Hochschule Breslau wurde von F. Sauerwald und seinen Mitarbeitern die Messung der Oberflächenspannungskräfte an metallischen Schmelzen mit Hilfe der Blasendruckmethode fortgeführt. Insbesondere beschäftigte sich Dr. Br. Schmidt mit der Frage, ob und in welchem Maße die Oberflächenspannung mit der Frenkelschen Doppelschichttheorie zusammenhängt. Zu diesem Zwecke werden zunächst Quecksilberoberflächen vor und nach dem Bombardement mit negativen Elektronen untersucht. Die Arbeit ist noch im Gange, ebenso wie mehr technisch gerichtete Untersuchungen über die Oberflächenspannung von Eisenlegierungen, an denen die Herren Heinrich und Honda beteiligt sind.

Für die Untersuchung der Dichte schmelzflüssiger Metalle arbeiteten E. Widawski und F. Sauerwald eine direkte Auftriebsmethode aus, welche bis 1600° brauchbar ist, und mit Hilfe derer die spezifischen Volumen auch einiger Eisenlegierungen bestimmt wurden. Im Zusammenhang mit diesen Fragen stehen Untersuchungen von F. Boehm und F. Sauerwald über die Schwindung von Legierungen, welche an Zinnbronzen und weißem Roheisen angestellt worden sind.

Über die elektrische Leitfähigkeit pulverförmiger Metalle unter Druck berichtet nach Versuchen von Otto Kantorowicz Dr. Franz Skaupy. Unter seiner Leitung wurden Methoden und Apparate ausgebildet, mit Hilfe derer die Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes harter und weicher Metallpulver von der Korngröße, vom Druck und von dem zeitlichen Verlauf der Druckwirkung und anderer Umstände studiert werden konnten.

Die Untersuchungen über die Zustandsdiagramme binärer, ternärer und noch komplizierterer Legierungssysteme finden immer noch dankbare Objekte, auch ist eine Reihe allgemeiner damit zusammenhängender Fragen stark in den Vordergrund des Interesses getreten, deren Aufklärung unbedingt erforderlich ist.

Bei der Festlegung von Zustandsdiagrammen binärer Legierungen handelt es sich vor allem um Ergänzungen der bekannten Diagramme, wie um die genaue Festlegung der Entmischungslinien von Mischkristallen, für welche verfeinerte Untersuchungsmethoden verwendet werden mußten. Elektrische, physikalische und röntgenographische Verfahren werden benutzt, um in die Feinheiten des Legierungsaufbaues einzudringen.

Von Präzisionsuntersuchungen aus diesem Gebiete sind insbesondere zu nennen die Stuttgarter Arbeiten; in Südwestdeutschland haben sich die verschiedenen Metallforschungsstätten, die Institute für physikalische Chemie und für Röntgentechnik der Technischen Hochschule in Stuttgart einerseits und die Laboratorien und Forschungsinstitute der Edelmetallindustrie in Pforzheim und Schwäbisch-Gmünd andererseits zu erfolgreicher Zusammenarbeit zusammengefunden. So wurden die von Prof. Grube und seinen Mitarbeitern physikalisch studierten Präparate von Prof. Glocker und Dr. Dehlinger eingehend röntgenometrisch durchuntersucht. In diesen Kreis hinein gehören die Arbeiten von G. Grube und E. Schiedt über die elektrische Leit-

fähigkeit und die thermische Ausdehnung von Magnesium-Cadmium-Legierungen und die von U. Dehlinger über die röntgenographischen Untersuchungen an den gleichen Objekten, ferner eine weitere von G. Grube und J. Hille über die Spitzen auf den Isothermen der elektrischen Leitfähigkeit metallischer Mischkristalle. Im Druck befindet sich eine umfassende Arbeit über das System Kupfer-Gold, an der auch Dr. Baupel beteiligt war. Letzterer hat auch das System Gold-Nickel bearbeitet. Bereits abgeschlossene weitere Untersuchungen befaßten sich mit den Systemen Magnesium-Thallium, Magnesium-Zinn und Magnesium-Wismut. Alle diese Arbeiten füllten Lücken aus; die vertiefte Kenntnis der Legierungen dürfte sich für deren technologische Verwendung als bedeutungsvoll erweisen.

Über die röntgenographische Bestimmung der Mischkristallbildung von Silber-Gold-Legierungen berichtet O. Weinbaum, ein Mitarbeiter R. Glockers, über die Gitterkonstanten des gleichen Systems G. Sachs und J. Weerts, welche Kontraktionen bei dem Legierungsvorgang mit einem bei 35% Silber gelegenen Minimum der Konstanten feststellten. Die Löslichkeit von Kupfer in Silber verfolgte an der Hand von Härtemessungen M. Hansen. Die elektrische Leitfähigkeit der Gold-Kupfer-Legierung Cu_3Au mit und ohne Überstruktur bei tiefer Temperatur wurde von H. J. Seemann gemessen. W. Claus und F. Goederitz erörterten die Bedeutung der gegossenen Aluminiumbronzen für den allgemeinen Maschinenbau. G. Agde und E. Alberti stellten Aluminium-Barium-Legierungen her und ermittelten Teilzustandsdiagramme bis 20% Barium durch Aufnahme der Abkühlungskurven in Edelgasen und Spezialtiegeln. Blei-Zinn-Lote wurden von Dr. Steiner (Abt. Oberregierungsrat Dr. Meißner, Physikalisch-Technische Reichsanstalt) auf ihre Festigkeit und die Temperaturgrenzen ihrer Verwendbarkeit untersucht.

Die bereits im vorigen Bericht erwähnte Untersuchung von R. Kraiczek und F. Sauerwald über das System Chrom-Kohlenstoff liegt jetzt im Druck vor. Im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf wurden die seit mehreren Jahren in Angriff genommenen planmäßigen Arbeiten über die Systematik der Eisenlegierungen fortgesetzt und von binären die Systeme Eisen-Vanadin und Eisen-Chrom untersucht. Auch hier wird eine vertiefte Einsicht in die Feinheiten durch das Zusammenspiel aller Versuchsverfahren angestrebt. Planmäßige röntgenographische Unter-

suchungen sollen zur Kenntnis der Änderung des Atomabstandes in Mischkristallreihen des Eisens und zur Bestimmung der Struktur intermetallischer Verbindungen des Eisens führen.

Eine breit angelegte Arbeit ergab sehr wertvolle Einblicke in die Wirkung der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die Umwandlung, das Gefüge und den Feinbau der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, welche als Unterlagen für weitere planmäßige Arbeiten zur Theorie der Stahlhärtung dienen. In der Gruppe der magnetischen Arbeiten konnte neben methodischen Vorarbeiten für die planmäßige magnetische Untersuchung der binären Legierungsreihen des Eisens mit Hilfe eines geeigneten Instrumentes eine Berichtigung und Ergänzung des Gleichgewichtsdiagrammes der Kobalt-Chrom-Legierungen durchgeführt werden.

Mit der Stahlhärtung und ihrer Theorie beschäftigte sich übrigens eine große Zahl von Forschern. Es veröffentlichten eine umfangreiche Arbeit über dieses Thema H. Esser und W. Eilender, in der sie den Martensit als ein heterogenes Gemenge von α-Ferrit mit feindispersem Cementit ansprechen und die Härte auf einen hohen Dispersitätsgrad des Eisenkarbides und auf Verzerrungen der Netzebenen zurückführen. Weitere Arbeiten zu diesem Thema hat Prof. Dr. Hanemann dem Archiv für Eisenhüttenwesen zum Druck übergeben; mit den Herren K. Hersmann, H. Hofmann und A. Schrader hat er die Vorgänge bei der Entstehung des Martensites untersucht und mit A. Schrader die Ätzung mit Natriumpikrat und ihre Anwendung zur Untersuchung des angelassenen Stahles geprüft. Eine dritte Arbeit hat den Kohlenstoffgehalt der γ-Phase zum Gegenstand. G. Kurdjamoff und G. Sachs machten die für die Aufklärung des Mechanismus der Stahlhärtung wichtige Feststellung, daß die Umwandlung eines Austenitkristalles beim Abschrecken und Anlassen in die neu entstehenden Kristallarten (Martensit) kristallographisch gesetzmäßig vor sich geht, ähnlich wie bei mechanischen Schiebungen. Analoge Erscheinungen trafen sie beim Übergang vom α-Messing in β-Messing an; die Veröffentlichung über die letzteren steht aber noch aus.

Eine Studie über die Oberflächenhärtung von Stählen durch Stickstoff von Osk. Meyer, Aachen, soll im Januar 1931 im Archiv für das Eisenhüttenwesen erscheinen. Zur Klärung der Diffusions- und Reaktionsverhältnisse bei der Nitrierung des Eisens und seiner Legierungen wurden in systematischer Weise mikroskopische Untersuchungen, Diffusionsmessungen, Härtemessungen und röntgenographische Unter-

suchungen miteinander verknüpft. Meyer kommt zu dem Schlusse, daß für die eigentliche Nitrierhärte die Ausfüllung von Metallnitriden, die in der Eisengrundmasse unlöslich sind und in bestimmter Verteilung vorliegen, maßgebend ist. Diese Art der Härtung ist nicht reversibel wie die der Stahl- und Duraluminhärtung; die bei höherer Temperatur eintretende Koagulation der Nitridteilchen und die damit verknüpfte Härteminderung läßt sich durch eine Wärmebehandlung nicht mehr rückgängig machen. Die Arbeiten sind hauptsächlich an Eisen-Aluminium-Legierungen durchgeführt worden. Die den maximalen Härten entsprechenden Stickstoffgehalte betragen nur etwa 0,001% Stickstoff.

Von Untersuchungen über binäre Metallsysteme sei noch die Feststellung H. Hanemanns erwähnt, daß der Graphit des Graugusses nicht über den Cementit, sondern unmittelbar aus der Schmelze entsteht.

Eine weitere Gruppe von Arbeiten beschäftigt sich mit der Abhängigkeit der magnetischen Eigenschaften der Legierungen von den strukturellen Bedingungen. Dr. Kußmann und Dr. Seemann haben Untersuchungen über die magnetische Suszeptibilität der dia- und paramagnetischen Metalle und Legierungen in Angriff genommen und bestimmen den Einfluß der Kaltverformung und der Vergütung. Dem Problem der binären ferromagnetischen Manganlegierungen haben sich einerseits E. Grüneisen in Marburg, andererseits L. Valentiner in Klaustal zugewandt; der erstere hat Strukturanalysen mit Röntgenstrahlen durchgeführt, um im Falle des γ-Mangans den Zusammenhang zwischen der Größe der Gitterkonstanten und der Magnetisierbarkeit zu erfassen; letzterer studiert zur Aufklärung der inneren Ursachen der eigentümlichen magnetischen Eigenschaften der Heuslerschen Legierungen zunächst die elektrischen, magnetischen, thermischen und elastischen Eigenschaften des einfachen binären Systems Mangan-Kupfer. In Marburg hat die von der Notgemeinschaft zur Verfügung gestellte Röntgeneinrichtung, in Klaustal der Hochfrequenzofen sehr gute Dienste geleistet.

Von ternären Legierungssystemen wurde im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf das Dreistoffsystem Eisen-Chrom-Vanadium studiert. Eine Abhandlung über Eisen-Nickel-Schwefel veröffentlichte R. Vogel in Göttingen. Im Druck befinden sich Untersuchungen des gleichen Forschers über Eisen-Nickel-Phosphor, Eisen-Kohlenstoff-Schwefel, Eisen-Phosphor-Schwefel und Eisen-Kohlenstoff-Vanadium. Die Kenntnis der phosphor- und schwefel-

haltigen Mischungen zeigt, daß die gleichzeitige Anwesenheit von Kohlenstoff und Schwefel sowie von Phosphor und Schwefel im Roheisen Tropfenbildung hervorrufen kann, und gestattet, die Bedingungen dafür anzugeben. Auch sind die Erkenntnisse bedeutsam für das Verständnis der Erscheinungen im Meteoreisen; es läßt sich z. B. der Schluß ziehen, daß das Troilit-Schwefeleisen im Meteoreisen nur im flüssigen, nicht im festen Zustande ausgeschieden sein kann. Das letzte der behandelten Systeme ist wichtig für die Theorie der Vanadinstähle. Ihren experimentellen Abschluß fanden weitere Untersuchungen desselben Forschers über Meteoreisen (auf Grund der Untersuchungen des Systems Eisen-Nickel-Phosphor), über die Bildungsbedingungen des Troilits, über den Kohlenstoffgehalt des Meteoreisens und über das Zirkon als neue Legierungskomponente. Außer diesen Arbeiten sind noch weitere im Gange über Eisen-Wolfram-Nickel, Eisen-Schwefel-Mangan, Eisenoxydul-Eisenoxyd-Kalk, welche sämtlich technologisch wichtig sind. Das Arbeitsgebiet ist schier unerschöpflich, und die Unterstützung von Untersuchungen in dieser Richtung wird sich lohnen. Ternäre Eisenlegierungen werden auch in Breslau studiert; über Eisen-Phosphor-Silizium berichten W. Hummitzsch und F. Sauerwald; eine Untersuchung Sauerwalds mit Br. Schmidt über Eisen-Chrom-Kohlenstoff ist noch im Gange.

Im Berichtsjahre haben O. Bauer und M. Hansen ihre Studien über den Einfluß von dritten Metallen auf die Konstitution von Messinglegierungen fortgesetzt; sie erstreckten sich auf den Einfluß von Zinn. Weiter liegt ein Bericht von E. Raub aus dem Forschungsinstitut für Edelmetalle in Schwäbisch-Gmünd vor über die schwer anlaufenden Silber-Kupfer-Zink-Legierungen, denen eine geringe Nickelmenge zugesetzt worden ist. Über diese Legierungen haben uns schon früher Mitteilungen von J. A. A. Leroux vorgelegen; sie sind aber neuerdings in Gmünd nach verschiedenen Richtungen hin weiter geprüft worden; man hat den Einfluß des Nickelgehaltes auf die Vergütbarkeit und die Korngröße bei der Rekristallisation untersucht und den Einfluß von Zusätzen auf die Korrosion, was bei der Verwendung der Silberlegierungen für die Besteckherstellung von Wichtigkeit ist. Man hat festgestellt, daß Beryllium und Zink die Korrosion herabsetzen, während Kadmium, Kupfer, Mangan und Magnesium die Angreifbarkeit erhöhen. Eine größere Abhandlung über schwer anlaufende Silberlegierungen von J. A. A. Leroux und E. Raub kommt in einem der nächsten Hefte der Zeitschrift für Metallkunde zum Abdruck. Für die

Edelmetalltechnik sehr wichtig dürften sich die Studien der Gmünder Forschungsanstalt über den Einfluß von Sauerstoff auf Silber-Kupfer-Legierungen erweisen. J. A. A. Leroux und E. Raub haben über das Verhalten von Silber und Silber-Kupfer-Legierungen beim Glühen in Sauerstoff und Luft eine größere Arbeit veröffentlicht, weitere werden in Bälde erscheinen: von Leroux und Fröhlich über „Das System Silber-Kupfer-Sauerstoff, der quasibinäre Schnitt Silber-Kupferoxydul", von Moser, Fröhlich und Raub „Über das Wesen und die Ursachen der Ausblühungen auf versilberten Gegenständen" und von E. Raub „Über die Eignung verschiedener Kupfersorten zum Legieren von Silber". Alle diese Fragen hängen mit dem Sauerstoffgehalt der Legierungen eng zusammen.

Bei binären und komplizierteren Legierungen treten jetzt überall die Erscheinungen der Vergütbarkeit zutage, welche man früher nur bei den Aluminiumlegierungen, insbesondere dem Duralumin, kannte. Es handelt sich dabei um langsam verlaufende Vorgänge, welche die technologischen Eigenschaften der Legierungen zum Teil wesentlich verbessern. Sie hängen mit Umwandlungserscheinungen in festen Mischkristallphasen auf das engste zusammen und haben eine sehr große Bedeutung z. B. für den Flugzeug- und Zeppelinbau. So ist es erklärlich, daß die wissenschaftliche Metallkunde ihnen Aufmerksamkeit schenkt, um sie in ihren Ursachen zu erkennen und um sie beherrschen zu lernen. Das Vergütungsproblem ist an verschiedenen Stellen und auf verschiedenen Wegen experimentell und theoretisch in Angriff genommen worden.

Vier Arbeiten widmete ihm G. Tammann mit mehreren seiner Schüler. Sie erstreckten sich auf die Abhängigkeit der Konzentration gesättigter Mischkristalle von der Temperatur (G. Tammann und W. Oelsen), die zeitliche Änderung des elektrischen Widerstandes und der Härte von einigen Legierungen des Bleis und des Thalliums (G. Tammann und H. Rüdiger), die Vorgänge bei der Vergütung (G. Tammann) und auf die Frage der Molekular-Dynamik in Kristallen (G. Tammann). Auch H. Hanemann hat sich mit der Kinetik in Mischkristallen beschäftigt.

Zahlreich sind die Versuche, Aufschluß über die Natur der Vergütungsvorgänge durch röntgenographische Untersuchungen zu erhalten. Solche Studien liegen vor von E. Schmidt und G. Wassermann, welche beim Kaltvergüten des Duralumins keine Änderungen der Gitterkonstanten und keine Gitterstörungen beobachten konnten,

dagegen zeigten vergütbare Aluminiumlegierungen im Gegensatz zum Reinaluminium nach der Deformation ein Verschwimmen der charakteristischen Linien des $K\alpha$-Dubletts; sie vermuten, daß diese Erscheinung an das Vorhandensein eines übersättigten Mischkristalles gebunden ist, dessen Vorhandensein Voraussetzung für die Vergütungsvorgänge sein dürfte. Verschiedenheit der Anschauungen herrscht darüber, ob die Ursache der abnormen Härte und Festigkeit die hochdisperse Abscheidung einer neuen Kristallart (Zusatzmetall oder intermetallische Verbindung) ist, oder ob noch andere Gründe mitspielen. Volle Entscheidung darüber hat sich noch nicht erbringen lassen. Das ergibt sich auch aus den Untersuchungen von N. Ageew, M. Hansen und G. Sachs über die Entmischung und Eigenschaftsänderungen übersättigter Silber-Kupfer-Legierungen und denen von M. Hansen über den Vorgang der Entmischung übersättigter β-Kupfer-Zink-Mischkristalle durch Alterung bei verschiedenen Temperaturen. Die Arbeit über die Silber-Kupfer-Legierungen darf den Anspruch erheben, das Problem der Veredelungserscheinungen durch Schaffung erstmaliger zahlenmäßiger Vergleiche zwischen Entmischung im Röntgenbild, Härteänderung und Änderung des elektrischen Widerstandes wesentlich gefördert zu haben.

Im Zusammenhang damit stehen Untersuchungen über die Umwandlung fester Metallphasen von Dehlinger und Graf durch systematische Röntgenuntersuchungen über die verschiedenen Zustände der Gitterumwandlung eines Mischkristalls in das Gitter einer Verbindung. Als Beispiel diente bisher Gold-Kupfer, als weiteres ist Palladium-Kupfer in Aussicht genommen.

An Kristallen der Legierung $AuCu_3$ haben auch G. Sachs und J. Weerts Vergleiche über die Eigenschaften bei ungeordneter und geordneter Molekularverteilung angestellt; die Arbeit ist im Februarheft 1931 der Zeitschrift für Physik erschienen. R. Glocker und Wüst wiesen darauf hin, daß Röntgenuntersuchungen an Legierungseinkristallen den Vorzug vor solchen an polykristallinem Material verdienen. Es gelang ihnen, an kupferreichen Silber-Kupfer-Legierungskristallen die Löslichkeitsgrenze der Mischkristallbildung festzulegen. Gold-Kupfer-Legierungen von der Zusammensetzung AuCu zeigten bei den Feststellungen von K. Ohshima und G. Sachs eine Umwandlung vom kubischen zum tetragonalen Bau, wobei die Achsen ihre Richtung beibehielten, weiter konnten G. Sachs und J. Weerts in der Zeitschrift für Physik über eine Anzahl mechanischer Grundeffekte

der sog. Legierungshärtung berichten, die sie an lückenlosen Reihen von Gold-Silber-Mischkristallen aufgedeckt haben.

Am Schlusse dieses Kapitels haben wir noch zwei Sondergebiete zu erwähnen. Die Sorge der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft hat sich auch der Uhrenforschung und ihren Problemen zugewandt und Gemeinschaftsarbeiten in die Wege geleitet. Sie berühren sich mit denen der Metallforschung in der Frage der Uhrfederstähle. Ihrer hat sich im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung Dr. Poellein mit Erfolg angenommen. Seinen Bericht füge ich diesem allgemeinen als Anlage bei.

Weiter ist zu erwähnen, daß in dem Gmünder Forschungsinstitut die Untersuchungen über naturgewachsene und Zuchtperlen (Edelmetalle und Perlen werden an der gleichen Stelle bearbeitet) im ultravioletten Lichte fortgesetzt worden sind. J. A. A. Leroux, E. Raub und K. W. Fröhlich haben die Untersuchungsmethoden so weitergebildet, daß man jetzt mit Hilfe der Ultraviolettquarzlampe eine einwandfreie Unterscheidung der natürlichen und der gezüchteten Perlen durchführen kann.

Zu C: Über Plastizität, Verformung und zu ihnen in Beziehung stehende Fragen.

Der Bearbeitung der Fragen, welche mit der Verwendung der Metalle als Werkstoffe im innigsten Zusammenhange stehen, ist im Jahre 1930 viel Interesse und Mühe zugewendet worden. Die Probleme haben sich im Laufe der Jahre ein wenig verschoben.

Die Elastizitätsverhältnisse der Metalle und Legierungen sind von verschiedenen Gesichtspunkten aus studiert worden. G. Sachs und J. Weerts führten Messungen der Elastizität zum ersten Male auf röntgenographischem Wege durch, wobei ihnen als Beobachtungsmaterial zunächst das Duralumin diente. In der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt setzte E. Goens seine Untersuchungen über die Temperaturabhängigkeit der elastischen Konstanten fort und ergänzte seine an Magnesium und Eisen bei tiefen Temperaturen durchgeführten Bestimmungen durch solche bei Zimmertemperatur. Der Bericht über die Untersuchungsmethode findet sich in den Annalen der Physik. Die Ergebnisse von Messungen an Gold und Aluminium bei tiefen Temperaturen werden demnächst veröffentlicht werden.

Die Bedingungen für die Struktur der metallischen Massen nach der Erstarrung, für die Zahl, Größe und Orientierung der Kristall-

körner sind Gegenstand vieler Untersuchungen gewesen. Bei durchsichtigem organischen Material hatten schon vor 15 Jahren G. Tammann und P. Othmer die Beobachtung gemacht, daß die Zahl der Kristallisationszentren oder Kristallkeime um so kleiner, das Kristallkorn um so größer wird, je höher die Temperatur war, auf welche man die Schmelze vor dem Erstarren erhitzt hatte. Ähnliche Erfahrungen hatte man in der Gießereitechnik gemacht, und es war zu prüfen, ob der Grund für die Erscheinung dort im Einfluß des sich etwa lösenden Tiegelmaterials auf die Keimzahl oder in einem Einfluß der Erhitzungstemperatur auf den Zustand der Schmelze zu suchen ist. Die Entscheidung fiel nach den Untersuchungen von G. Tammann und K. Röth an Aluminium zugunsten der letzteren Möglichkeit.

Mit der Korngröße der Kristallite stehen die Zug- und Biegefestigkeit der Metalle im engen Zusammenhange. Sie sind um so besser, je feiner das Metallkorn ist; auch war festgestellt worden, daß die Feinheit des Kornes im Gußgefüge von Fremdmetallen begünstigt wird. Es gelang nun G. Tammann und K. L. Dreyer, den Nachweis zu erbringen, daß verschiedene Bleisorten, welche zwei verschiedenen Entsilberungsprozessen (Parkes und Pattinson) unterworfen gewesen sind und sich durch die verschiedene Größe ihres Kornes und die Geschwindigkeit der Korngrenzenverschiebung unterscheiden, ihre verschiedenen Eigenschaften einem verschiedenen Gehalte an Beimengungen verdanken. Sie konnten zeigen, daß das feinkörnigere Parkesblei geringe Kupfermengen enthält, und konnten ein reines Blei durch Zusatz von 0,1% Kupfer feinkörnig machen. Auch beim Aluminium fanden R. Karnop und G. Sachs, daß die Grobkristallisation des Metalles durch die Abwesenheit von Beimengungen begünstigt wird. Diese metallkundlich stark interessierenden Phänomene sind von G. Tammann und seinen Mitarbeitern experimentell und theoretisch allgemein zu klären unternommen worden. Dabei hat sich ergeben, daß die Größe des neuen Korns, welches in einem kaltbearbeiteten Werkstück entsteht, dessen Festigkeitseigenschaften bestimmt. Die Geschwindigkeit der Korngrenzenverschiebung wird durch die Ausscheidung von Beimengungen fremder Stoffe stark gehemmt; nur in Metallen, die von solchen Beimengungen befreit sind, wird diese Geschwindigkeit von der Zeit unabhängig, und es entstehen Riesenkörner, welche für die Benutzung der Werkstücke verderblich sind. Das chemisch reine Metall darf also technisch nicht verwandt werden, sondern es müssen in technisch ver-

wendbaren Metallen Beimengungen vorhanden sein, welche das Korn möglichst klein halten.

Die Kinetik der Rekristallisation wurde von R. Karnop und G. Sachs an gedehnten konischen Kupferstäben bei verschiedenen Temperaturen studiert; sie stellten den Einfluß des Reckgrades auf die Rekristallisationszeit fest, bestimmten die Zeitgesetze von Keimbildung und Wachstumsgeschwindigkeit und berechneten die beiden Größen für verschiedene Glühtemperaturen und Reckgrade. Bei rekristallisierendem Aluminium maßen sie die Wachstumsgeschwindigkeit. Dabei erwies sich der Temperatureinfluß von der gleichen Größenordnung wie bei den chemischen Reaktionsgeschwindigkeiten.

In einer im Institut von Prof. Glocker begonnenen Untersuchung berichteten O. Eisenhut und H. Widmann über die Rekristallisation von Elektrolytkupferblechen, bei denen Störungen auftreten, welche auf die Gegenwart von Wasserstoff in dem Metall zurückgeführt werden, und ferner sind im Mineralogischen Institute der Universität Leipzig Untersuchungen über den Einfluß des Gußgefüges und von Beimengungen auf die mechanischen Eigenschaften des Zinks im Gange.

„Die Orientierung größerer durch Rekristallisation gewonnener Kristalle" ist der Gegenstand einer Arbeit von G. Sachs und J. Weerts, in welcher gezeigt wird, daß reines Aluminium und reine Legierungen dieses Metalles mit 5% Kupfer andere Orientierungsrichtungen als weniger reine Materialien, welche ungesetzmäßig rekristallisieren, haben.

Bereits im letzten Bericht hatten wir darauf hingewiesen, welche Bedeutung man dem Studium des Verhaltens der Einkristalle für die Fragen der Plastizität und der Verformung beimißt. Die dort erwähnten Erfolge von R. Glocker und L. Graf bei der Herstellung von Einkristallen von Kupfer, Silber und Aluminium von bestimmter Orientierung, welche unter Verwendung des Lorenzhochfrequenzofens erzielt sind, sind mittlerweile veröffentlicht worden. Mit der Herstellung von Messingeinkristallen nach dem Bridgeman-Verfahren beschäftigte sich in der Metallographischen Abteilung des Breslauer Eisenhüttenmännischen Instituts (Leitung: Prof. Sauerwald) der Forschungsstipendiat Dr. Br. Schmidt.

Abgeschlossen sind die Untersuchungen von E. Schiebold und G. Siebel an Magnesium und Magnesiumlegierungen, durch welche die Gleit- und Zwillingsebenen in Magnesiumkristallen festgestellt worden sind. Auch wurde der Einfluß der kristallographischen Ani-

sotropie in verschiedenen Richtungen auf die Lösungsgeschwindigkeit von Magnesiumkristallen bestimmt. Eine ausführliche Arbeit über die allgemeinen Beziehungen zwischen Kristallbau und chemischem Angriff, welche demnächst in Le Blancs Ergebnissen der angewandten physikalischen Chemie erscheinen soll, stellt E. Schiebold in Aussicht. An dieser Stelle ist an die Glaunerschen Untersuchungen über dieses Thema zu erinnern und zu berichten, daß letzterer an dem nach dem Verfahren von Glocker und Graf hergestellten reinsten Einkristallmaterial (Kupfer und Silber) seine Studien weitergeführt hat.

Die im Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung von Dr. E. Schmid begonnenen Untersuchungen über die Festigkeit und Plastizität von Metallkristallen wurden mit mehreren Mitarbeitern fortgesetzt und die letztere unter möglichst weitgehender Veränderung der Temperatur und der Deformationsgeschwindigkeit studiert. Während die kritische Schubspannung von Zink- und Kadmiumkristallen eine nur geringe Temperatur- und Geschwindigkeitsabhängigkeit zeigte, erweist sich die Verfestigungskurve innerhalb eines gewissen Temperaturbereiches stark von Temperatur und Geschwindigkeit abhängig. Der Verfestigungskoeffizient ist rund 200mal so groß als der. der Initialschubspannung. Die Untersuchungen sind zwischen 20° und 523° abs. Temperatur durchgeführt worden. Die Schubenergie, welche im Bereich normalen Dehnungsablaufes den Kristallen bis zum Zerreißen zugeführt werden muß, erwies sich als angenähert konstant, im Mittel 0,97 cal/g beim Zink, 0,24 cal/g beim Kadmium, d. i. etwa das Zehnfache der spezifischen Wärme.

Das Zerreißen nach Spaltflächen wurde am Zink (bei tiefen Temperaturen) verfolgt. Im Gegensatz zum Verhalten bei höheren Temperaturen zeigte sich bei —253° ein erhebliches Absinken der im Augenblick des Reißens auf die Spaltfläche wirkenden Normalspannung mit zunehmender Abgleitung. E. Schmid erblickt hierin den Nachweis der von P. Lud zur Erklärung des Dauerbruches seit langem angenommenen Gitterauflockerung.

Im Kältelaboratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt haben E. Schmid, W. Meißner und M. Polanyi Kristalldehnungen bei den Temperaturen des flüssigen Heliums bis 1,2° abs. herunter durchgeführt. Es haben sich dabei die aus Versuchen bei Wasserstofftemperaturen für tiefere Temperaturen extrapolierten Werte als zu Recht bestehend ergeben. Auch bei 1,2° abs. bleibt die Plastizität von Zink-

und Kadmiumkristallen mit nur wenig erhöhter Schubfestigkeit der Basis bestehen. Ein auch noch bei diesen Temperaturen beobachtetes geringes Fließen, das keineswegs mehr thermischen Ursprungs sein kann, konnte noch nicht aufgeklärt werden. Von grundsätzlicher Bedeutung dürften meiner Meinung nach analoge Versuche an Einkristallen supraleitender Metalle werden. — Des Hilfsmittels der tiefen Temperaturen bedienten sich auch F. Sauerwald, R. Schmidt und H. Dienenthal, um die Ursachen der Sprödigkeit des α-Eisens und α-Messings kennenzulernen. Die erstere ist eine Folge des Spaltens der Kristalle nach dem Würfel, wie sich bei Zerreißversuchen in flüssiger Luft ergab; α-Messingkristalle zeigen keine Beschränkung des Formveränderungsvermögens, die Sprödigkeit ist beim Messing eine Eigentümlichkeit des polykristallinen Materiales.

An dieser Stelle sei noch als ein Beitrag zur Physik der Plastizität und Rekristallisation erwähnt eine Untersuchung von G. Kurdjumow und G. Sachs über die Kristallorientierung in gewalztem und geglühtem Stahlblech.

Aus dem Kreise unserer Mitarbeiter stammt eine Reihe von zusammenfassenden Aufsätzen über die mit der Größe und Orientierung der Metallkörner sowie der Metallplastizität zusammenhängenden Fragen. Auch sie stehen schließlich mit den Gemeinschaftsarbeiten über Metallforschung im Zusammenhange und sind deshalb an dieser Stelle mit aufgezählt. Foster Gary Nix und E. Schmid berichten über die Gußtextur von Metallen und Legierungen, E. Schmid und G. Wassermann über die Walztexturen hexagonaler Kristalle. Über die Deformationstexturen von warm gepreßten und gezogenen sowie kalt bearbeiteten Magnesiumlegierungen wird demnächst E. Schiebold in der Zeitschrift für Physik berichten; es ist ihm gelungen, die Erscheinungen aus der Art der Gleit- und Zwillingselemente der Kristalle herzuleiten. Über Werkstoffverformung und -festigkeit trug auf dem Sechsten Deutschen Physikertag in Königsberg (Preußen) E. Schmid vor, und über den Fließbeginn bei wechselnder Zug-Druckbeanspruchung veröffentlichten W. Kuntze und G. Sachs. Einen Bericht über das Verhalten von Roh-, Fein- und Elektrolytzink beim Walzen hat E. Schiebold in Aussicht gestellt, ebenso W. Tafel in Breslau den Abdruck seines Stockholmer Vortrages vom Internationalen Kongreß für technische Mechanik und angewandte Mathematik über seine Arbeiten über die plastische Verformung, den Fließ-, Verfestigungs- und Bruchvorgang beim Zerreißversuch.

Eine Zusammenfassung der Tafelschen Arbeiten über das Fließen des Metalls ist in der Metallwirtschaft veröffentlicht.

Die Ergebnisse neuer experimenteller Untersuchungen bringen Beiträge zum Verformungsvorgang in Zerreißstäben von W. Tafel und H. Scholz. In dieser Abhandlung beschreiben die Verfasser ein neues Verfahren zur Messung der Verformung der Kristallite, aus der sie Folgerungen über das Zustandekommen des Fließens, den Bruch- und Verfestigungsvorgang herleiten.

Den technischen Vorgängen des Ziehens, Pressens und Walzens ist bei den Gemeinschaftsarbeitern ebenfalls Aufmerksamkeit geschenkt worden, und zwar in den verschiedensten Richtungen, welche Bedeutung besitzen. G. Sachs berichtet über ein neues Prüfgerät für Tiefziehbleche. Umfangreiche Untersuchungen über die Walzvorgänge wurden im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf durchgeführt. Sie betrafen den Formänderungswiderstand und Werkstofffluß beim Walzen von weichem Flußstahl. Neben dem Nachweis einer Unstetigkeit in den Kurven des Formänderungswiderstandes bei der α-γ-Umwandlung wurden auch wertvolle Feststellungen über die Formveränderungen des Walzgutes beim Warmwalzen bei verschiedenen Temperaturen gewonnen. Die groß angelegten Versuchsreihen zur Bestimmung der Nutz- und Verlustarbeit beim Walzen sollen der möglichst wirtschaftlichen Durchführung des Walzprozesses und zweckmäßigen Konstruktionen der Walzwerke dienen.

Nach Abschluß dieser Versuche im Versuchswalzwerk des Institutes sind entsprechende Messungen mit neu entwickelten Druckmeßdosen im praktischen Walzwerkbetriebe in Angriff genommen worden. An einem Versuchsdrahtzaune werden Untersuchungen durchgeführt, welche die Beeinflussung des Kraftbedarfs beim Drahtziehen durch verschiedene Faktoren aufklären sollen.

Nach Ausbau der Versuchsanlage wurden die Arbeiten zu einer planmäßigen Erforschung der mechanischen Eigenschaften der Stähle bei höheren Temperaturen fortgesetzt. Das entwickelte Kurzprüfungsverfahren liefert Werte für die Dauerstandfestigkeit, die den Beanspruchungen sehr nahe kommen dürften, denen der Werkstoff bei höheren Temperaturen auf die Dauer ausgesetzt werden darf.

In die gleiche Gruppe von Untersuchungen gehören die aus der Walzwerksversuchsanstalt der Technischen Hochschule Breslau von

W. Tafel und seinen Mitarbeitern über „das Füllen von Kalibern" und die „Bemessung von Abkantungen zur Verhinderung der Gratbildung beim Walzen" sowie eine Arbeit von E. Seemann über die Verteilung der Festigkeitseigenschaften im Querschnitt von Walzprofilen und ihre Bedingtheit.

Technologische Untersuchungen anderer Art betreffen den Einfluß von Poren auf die Festigkeit von Spritzguß, welchen L. Frommer, W. Kuntze und G. Sachs studierten, und die in Aussicht genommenen Feinstrukturuntersuchungen an Schweißstellen, welche erhebliche praktische Bedeutung besitzen, von Schiebold.

Die Frage der Eignung gewisser Metalle als Werkstoff für den Bau von Flugzeugen hat das Institut für Ärodynamik an der Technischen Hochschule Aachen beschäftigt. Man prüfte dort die nach den einzelnen Härteprüfmethoden erhaltenen Härtewerte an Aluminium- und Magnesiumlegierungen und ihre gegenseitigen Beziehungen und nahm eine eingehende Untersuchung über die örtliche und zeitliche Härte des Duralumins während der Alterung in Angriff.

Durch Dauerversuche auf einer Torsionsbiegemaschine wurde bei der Prüfung von Magnesiumlegierungen auf Wechselfestigkeit bei 70 bis 85 Millionen Lastwechseln eine Unstetigkeit zwischen Lastwechselzahl und Wechselspannung gefunden, welche zur Ausdehnung der Versuche bis zu über 100 Millionen Lastwechseln zwang. Unklar blieb noch der Einfluß der Kaltverformung und der Verfestigung auf die Korrosionsbeständigkeit.

Das Bestreben, den Flugverkehr in größere Höhen zu verlegen, erfordert die Kenntnis des Verhaltens der Werkstoffe bei tiefen Temperaturen. Festigkeit, Streckgrenze und Elastizitätsmodul nehmen bei Leichtmetallen mit sinkender Temperatur zu. Schlagzerreißversuche sind noch im Gange. Da auch die Kenntnis der Ausdehnungskoeffizienten für tiefe Temperaturen benötigt wird, wurde ein optisches Differentialdilatometer ausgebildet.

Ferner hat man einen Apparat zur genaueren Erfassung der Vorgänge bei der Probenzerstörung im Kerbschlagversuche entwickelt, in dem man in das Pendelschlagwerk einen Stoßverlaufschreiber einbaute, welcher während des Bruchvorganges ein Kraftzeitdiagramm aufzeichnet.

Neben diesen Baustoffen hat man auch Konstruktionsfragen seine Aufmerksamkeit zugewendet, indem man die Festigkeitseigenschaften

des Wellbleches und das Ausknickmoment dünnwandiger Träger studierte und durch besondere Versuche die Schubsteifigkeit ausgesparter Bleche im unausgeknickten und ausgeknickten Zustande und deren Knickspannung bestimmte.

Zu D: Chemische Metallurgie.

Die große Zahl von Untersuchungen aus diesem Gebiete zwingt uns wieder zu einer Unterteilung in einzelne Kapitel, für welche wir an dem im vergangenen Jahre geübten Verfahren festhalten. Wir beginnen mit der Besprechung der Erzprobleme:

I. Wichtige Arbeiten liegen wieder aus dem unter Leitung von Th. Schneiderhöhn stehenden Mineralogischen Institute der Universität Freiburg (Breisgau) vor. Die Notgemeinschaft hatte für das wichtige nationale Problem der Erforschung des Mansfelder Kupferschiefers von Anfang an Mittel bereitgestellt. Das Jahr 1930 bringt nun den Abschluß der spektrographischen Untersuchung dieser Erze, welche A. Cissarz durchgeführt hat, und die uns alle in ihnen vorhandenen metallischen Elemente erkennen und ihrer Menge nach schätzen läßt. Nicht weniger als 42 Elemente haben sich in dem Schiefer feststellen lassen. Ihr Vorkommen wechselt nach Menge und Art in den einzelnen Schichten des Schiefers. Vor allem interessieren Kupfer und Silber, welche von Nickel, Kobalt, Vanadium, Gold, Molybdän und den Platinmetallen begleitet werden. Es haben sich ihre Verteilungsmaxima in dem Profile chemisch und spektralanalytisch feststellen lassen.

Es sind aber auch andere Mineralien auf Edelmetallgehalt und dessen Verteilung und Bindungsart untersucht worden. Das gilt insbesondere für die Mineralien der südafrikanischen Platingesteine; hier sind die Vorarbeiten beendigt, und die spektrographische Untersuchung beginnt. Ein weiteres Objekt ist das in Pyriten nicht sichtbar gebundene Gold, dessen Verhalten beim Erhitzen im Vakuum festgestellt wurde. Das Ziel der Arbeiten über die Platinmineralien ist die Verbesserung der Verfahren für die Extraktion des Platins in den verwitterten Gesteinen, da bei den heutigen etwa 50—60% des Edelmetalles verloren gehen. Zusammen mit Herrn Burg gelang Herrn Schneiderhöhn die künstliche Darstellung von goldhaltigen Pyriten mit einem Gehalt von 0,2% Gold (das sind in der Tonne 2000 g Gold), in denen weder mikroskopisch noch makroskopisch freies Edelmetall zu erkennen ist.

Auch andere Erzmineralien sind synthetisch neu dargestellt worden: außer Kupfer-Eisensulfiden die verschiedenen oxydischen Manganerze.

In den charakteristischen Punkten stimmen sie mit den natürlich vorhandenen überein.

Wesentliche Fortschritte in der Verarbeitung der mit Schwerspat innig verwachsenen Erze des Rammelsberges werden von Bergrat Kurt Seidl erzielt. Durch ein verhältnismäßig einfaches Verfahren haben sich die Metallsulfide von der barytischen Gangart trennen lassen, und zwar schnell und vollkommen. Dabei fallen die Metallsulfide in vollständig aufgeschlossener Form an, so daß sie zur sofortigen Weiterverarbeitung auf Erzkonzentrate ohne vorangehende Zerkleinerung geeignet sind. Die Barytkomponente kann im gleichen Verfahrensgang unmittelbar auf wertvolle Bariumprodukte verarbeitet werden.

Im Anschluß an die Münsterischen Untersuchungen über die Reduktion der Eisenoxyde in Gegenwart fremder Substanzen haben R. Schenck und J. Klärding den reduktiven Abbau der natürlichen Eisenerze und die dabei sich einstellenden Gasgleichgewichte studiert. Die Abbaukurven erweisen sich als Reduktionscharakteristiken der Erze und gestatten festzustellen, wieviel Prozent des Erzes normal reduzierbar oder durch die Beimengungen beeinflußt sind. Die Messungen sind bei konstant gehaltenen Temperaturen an 15 verschiedenen Erzen und Frischschlacke durchgeführt worden. Die Arbeit ist druckreif.

II. Schon in meinem ersten Berichte habe ich darauf hinweisen können, daß man in den Vereinigten Staaten von Nordamerika die große Bedeutung der wissenschaftlichen Durchdringung der metallurgischen Probleme erkannt und z. B. für die physikalische Chemie der Stahlerzeugung sehr große Summen bereitgestellt hat, mit Hilfe deren das USA. Bureau of Mines groß angelegte Versuche über die wissenschaftlichen Grundlagen der Stahlerzeugung, welche auf fünf Jahre berechnet sind, in die Wege geleitet hat. Der Verein Deutscher Eisenhüttenleute hat diese Entwicklung in Amerika aufmerksam verfolgt und Veranlassung genommen, seine Mitglieder für diese Fragen zu interessieren und Gemeinschaftsarbeiten der Stahlwerke mit den Laboratorien und Forschungsinstituten anzuregen, um einer Überflügelung durch die Amerikaner vorzubeugen. Die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft wird sich großen Dank erwerben, wenn auch sie sich dieser Probleme im Rahmen ihrer Gemeinschaftsarbeiten auf dem Gebiete der Metallforschung annimmt und dazu beiträgt, daß die deutsche Wirtschaft nicht in das Hintertreffen gerät.

Die praktischen metallurgischen Verfahren haben im verflossenen

Jahre nur wenig gefördert werden können, da die Hilfe der Notgemeinschaft nach dieser Richtung kaum in Anspruch genommen wurde. Nur Prof. P. Röntgen setzte mit einer Reihe von Doktoranden im Metallhüttenmännischen Institute der Technischen Hochschule Aachen seine Untersuchungen über die Frage der Zinkelektrolyse und die damit zusammenhängenden Dinge fort. Es wurde der Einfluß von Kobalt, welches ungünstig auf die Stromausbeute wirkt, aber durch Kolloide kompensiert werden kann, studiert; auch wurde der Korrosionsangriff des elektrolytisch niedergeschlagenen Zinks während der Elektrolyse zahlenmäßig festgelegt. Im Zusammenhange damit wurde der Einfluß von Verunreinigungen auf die Röstung und Laugefähigkeit der Zinkblende untersucht.

Ein weiteres praktisches Problem, mit dem sich Herr Röntgen beschäftigte, betrifft die Bedingungen der chlorierenden Verflüchtigung von Metallen und Metallverbindungen sowie die Möglichkeit der Zugutemachung armer Zinnerze und Zinnschlacken. Nahe damit verwandt ist das der Raffination und Veredelung von Aluminiumsorten mit Hilfe von Chlorgas.

III. Einen ständigen Gegenstand unseres Berichtes bilden die physikalischen und wärmewirtschaftlichen Hilfsuntersuchungen, von deren guter Durchführung das Schicksal mancher metallurgischen Frage abhängt.

Im Berichtsjahre ist die Nachprüfung der thermischen Daten metallurgisch wichtiger Reaktionen, welche W. Roth mit Hilfe der kalorimetrischen Bombe durchgeführt hat, fast abgeschlossen; ein Wert für Kobaltoxydul wurde nachgeliefert, die Neubestimmung der Verbrennungswärme von Kohlenoxyd ist fast beendet. Das Hauptgewicht wurde auf die Kontrolle der früher mit der Bombe erhaltenen Werte gelegt, indem jetzt Metalle und Erze in Säuren gelöst und ihre Reaktionswärmen bestimmt wurden. Diese Messungen bieten große experimentelle Schwierigkeiten, sind aber jetzt so gut durchgebildet (Arbeiten mit 20%iger Salzsäure bei 100°), daß ihre Ergebnisse mit den früheren Messungsreihen vorzüglich übereinstimmen. In einem aus Silber, Gold, Platin und Bernstein konstruierten Apparate kann man Silikate bei 75° in einem Gemisch von 20%iger Salz- und Flußsäure lösen und die wichtige Bildungswärme der Schlacken direkter und sicherer erhalten als bisher.

Die Thermochemie des Schwefels und des Chlors spielen in die Röstvorgänge hinein; die erstere wurde weitgehend geklärt, die zweite ist noch durchzuarbeiten.

Weiter wurde von Dr. Kangro das Ganzmetall-Hochtemperatur-Kalorimeter mit elektrischer Selbststeuerung vervollkommnet.

Die Verfeinerung und Verbesserung der Meßmethoden zeigt, daß die thermochemischen Daten für alle Stoffe revisionsbedürftig sind, sogar für die bekanntesten; sicher falsch z. B. sind die allgemein benutzten Werte für die Bildung der Schwefelsäure, wahrscheinlich fehlerhaft die der Salzsäure. Es wird also auf diesem Gebiete noch viel Arbeit zu leisten sein.

Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf beteiligte sich an den kalorimetrischen Untersuchungen, indem G. Naeser den Wärmeinhalt der Schlacken bestimmte und dabei feststellte, daß die spezifische Wärme der Siemens-Martin-Schlacken durch die Zusammensetzung nur wenig beeinflußt wird.

Der Additivität der spezifischen Wärmen kristallisierter Verbindungen haben G. Tammann und A. Rohmann eine eingehende Betrachtung gewidmet, in der sie den Wärmeinhalt intermetallischer Verbindungen mit dem der Komponenten verglichen. Sie stellten fest, daß in 14 von 25 untersuchten Fällen der Gesamtwärmeinhalt der Verbindung kleiner, in 8 Fällen größer ist als die Summe der Wärmeinhalte der Komponenten, und daß in 3 Fällen die Differenz ihr Vorzeichen wechselt, wenn man die Temperatur ändert. Es ist aber z. B. noch nicht möglich, zwischen den in einigen Fällen sehr großen Abweichungen vom Koppschen Gesetz und den in Betracht zu ziehenden Gittereigenschaften Beziehungen aufzustellen.

Für die Temperaturmessungen in technischen Betrieben ist im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung ein Farbpyrometer ausgebildet worden, welches in der Industrie bereits Anklang gefunden hat. Durch sorgfältige Beobachtungen wurden die günstigsten Arbeitsbedingungen für dieses Instrument, über das G. Naeser berichtet, festgelegt. Die exakte Bestimmung des optischen Emissionsvermögens flüssiger Eisenlegierungen zeigte, wie stark unter Umständen die Ergebnisse der Temperaturmessung von dem Vorhandensein dünner oxydischer Oberflächenhäutchen beeinflußt werden können.

Von thermischen Konstanten ermittelte auf Anregung von Prof. Kohlmeyer, Charlottenburg, Dipl.-Ing. J. Feiser die Flüchtigkeits- bzw. Dampfdruckverhältnisse für eine Reihe von flüchtigen Oxyden, z. B. Blei-, Kadmium-, Zink-, Zinn-, Molybdän- und Wismutoxyd. Interessante Beobachtungen wurden insbesondere beim Wismutoxyd gemacht, dem eine besondere Abhandlung gewidmet ist. Im Zusammen-

hang mit einer Untersuchung über die Verflüchtigung der Kieselsäure in Form von Siliziumsulfid wurde auch die Verdampfung des Zinksulfides untersucht und festgestellt, daß diese bei 1100° meßbare Beträge annimmt und der Sublimationspunkt ungefähr bei 1475° liegt.

Im Rahmen der großen von Dr. Rummel und seinen Mitarbeitern durchgeführten Versuche über Wärmeübertragung und Wärmeströmung in Wärmespeichern wurden im Berichtsjahre die allgemeingültigen Rechnungsgrundlagen für Rostpackungen abgeschlossen und zusammengestellt. Vergleiche mit praktischen Ausführungen verschiedener Siemens-Martin-Öfen ergaben vollständige Übereinstimmung des neu entwickelten Rechnungsverfahrens bei Einsetzung der an der Versuchskammer gewonnenen Festwerte, so daß es nunmehr möglich ist, Regeneratoren beliebiger Art mit Rostpackung einwandfrei zu berechnen.

IV. Von analytischen Untersuchungen, welche im Interesse der schnellen Feststellung der Stahlzusammensetzung durchgeführt worden sind, nennen wir die aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung stammenden Arbeiten von P. Dickens und G. Thanheiser. Sie betreffen die Nebeneinanderbestimmung von Mangan, Chrom und Vanadin durch die potentiometrische Titration. Nach ihrem Abschluß wurden Verfahren zur Bestimmung von Eisen und Vanadin im Ferrovanadium, von Eisen und Chrom im Ferrochrom sowie eine Vanadinschnellbestimmung ausgearbeitet. Letztere gestattet die sehr zuverlässige Bestimmung des Vanadins in 6—7 Minuten nach dem Auflösen der Probe. An einem analogen Verfahren zur Molybdänbestimmung in Stahlproben wird noch gearbeitet.

Von elektrochemischen Problemen wissenschaftlicher Art behandelte F. Foerster, Dresden, das anodische Verhalten des Nickels. Es ergab sich dabei, daß das Nickel bei anodischer Polarisierung im wesentlichen drei Potentiallagen annimmt. Die für das Auftreten der einzelnen Lagen notwendigen Bedingungen und die Natur der ihnen entsprechenden Vorgänge konnte festgestellt werden.

Mit den elektrochemischen Vorgängen stehen im engen Zusammenhange die Korrosionserscheinungen. Die Glocker-Glaunerschen Beobachtungen über die Angreifbarkeit der Metalle in den verschiedenen kristallographischen Richtungen hatten wir schon in anderem Zusammenhange erwähnt und ebenso einige Untersuchungen über Leichtmetalle. Die Überspannung des Wasserstoffs an Metallen wird, wie

wir bereits früher berichten konnten, unter der Leitung von Prof. A. Thiel im Physikochemischen Institut der Universität Marburg eingehend studiert. Die Arbeiten sind im vergangenen Jahre von E. Baars und C. Kayser sowie von W. Ernst fortgesetzt. An neuem Material konnten erstere die Abhängigkeit der Überspannungs-Stromdichtefunktion vom Elektrodenmetall bestätigen. Es wurden neue Gesetzmäßigkeiten für den Zusammenhang zwischen Überspannung, Art und Konzentration der Elektrolyte gefunden, wobei sich merkwürdige Beziehungen zur Vorbehandlung der Elektroden ergaben. Weitere Untersuchungen betrafen die Temperaturabhängigkeit der Überspannung und die Verwendung von Wolframtrioxyd als Indikator auf atomaren Wasserstoff. Fortgeführt wurden auch die Untersuchungen zur Lokalelemententheorie der Metallkorrosion. Sie erwiesen den grundlegenden Einfluß des Leitvermögens auf die Korrosionsgeschwindigkeit durch die Messung der korrosionsfördernden Wirkung von Neutralsalzen, die am Korrosionsprozesse an sich unbeteiligt sind. Der Differenzeffekt wurde auch bei der „inversen" Anordnung des doppelt zerlegten Lokalelementes (eine edle und zwei unedle Elektroden) nachgewiesen. Die Prüfung der technischen Korrosiometrie in Gegenwart von Luftsauerstoff ergab einen gewissen Widerspruch zu den Annahmen, auf denen die technische Messung der Korrosion aufgebaut ist.

Technische Untersuchungen wurden einerseits von Prof. Berl, Darmstadt, andererseits von Prof. O. Bauer (Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung, Berlin-Dahlem) durchgeführt. Der erstere befaßte sich mit dem Angriff von Wasser und Laugen auf Kesselmaterial. Seine Versuche ergaben bei höherem Druck und höheren Temperaturen einen interkristallinen Angriff durch Laugen und dessen Zurückdrängung durch Natriumsulfat. Auch die Schädigung der Kesselbleche durch Chlormagnesium läßt sich durch Natriumsulfatzusatz weitgehend aufheben. Die Schutzwirkung scheint mit der Ausbildung von festhaftenden Oxydhydratschichten auf der Kesselwand, welche einen weiteren Angriff verzögern, zusammenzuhängen. Prof. Bauer stellte „Vergleichende Untersuchungen über die Korrosion verschiedener technischer Aluminiumlegierungen an unter Berücksichtigung der veredelbaren Legierungen" und hofft, das Ergebnis seiner eigenen umfangreichen Versuche zusammen mit einer kritischen Bearbeitung der von anderen Seiten veröffentlichten Erfahrungen im Laufe des Jahres 1931 zum Druck geben zu können.

V. Die physikochemischen Probleme der Metallurgie betreffen einer-

seits Reaktionsgeschwindigkeiten, andererseits die Einstellung und die gegenseitigen Beziehungen von chemischen Gleichgewichten. Über Verbrennungsgeschwindigkeiten von Gasmischungen arbeiteten G. Tammann und H. Thiele; die Untersuchung steht in Beziehung zu der praktischen Frage nach der Koksersparnis beim Einblasen von überhitztem Wind in den Hochofen; diese wurde von einem früher nicht beachteten Gesichtspunkte aus bearbeitet und auf das sehr starke Anwachsen der Verbrennungsgeschwindigkeit mit der Vorwärmtemperatur zurückgeführt.

Im Chemischen Institute der Universität Münster wurden unter Leitung des Referenten die Untersuchungen über die heterogenen Gleichgewichte zwischen Metallverbindungen, Metallen und Gasen fortgesetzt und zum Teil abgeschlossen. Sie betrafen die Einflüsse von Beimengungen von Kieselsäure, Titansäure, Phosphorsäure und Chromoxyd auf die Reduktion der Eisenoxyde und ferner einige bisher noch nicht untersuchte Röstreaktionssysteme und Nitridsysteme. Fortgesetzt wurden auch die Studien über die Aktivierung der Metalle durch Zusätze und über die extrem verdünnten Mischungen, welche die Eigenschaft der Phosphoreszenz zeigen. R. Schenck gab einen Bericht über die Beziehungen, in denen die Phosphore zu den durch Zusätze aktivierten Metallpräparaten stehen unter Berücksichtigung der Gesichtspunkte, welche sich aus der V. M. Goldschmidtschen Kristallochemie ergeben.

Zu E: Über feuerfeste Materialien.

Die Bemühungen um thermisch und chemisch widerstandsfähige Gefäßmaterialien für das Arbeiten bei hohen Temperaturen, welche von der Notgemeinschaft seit Beginn der Gemeinschaftsarbeiten gefördert worden sind, beginnen zu praktischen Erfolgen zu führen. Verschiedene Firmen wie die Gold- und Silber-Scheideanstalt und die Keramischen Werke von Haldenwanger, liefern seit kurzem Geräte der verschiedensten Formen aus Aluminiumoxyd, Berylliumoxyd und anderen völlig dichten Massen, welche vorzüglich verwendbar und widerstandsfähig sind, so daß manche Aufgabe in Angriff genommen werden kann, auf deren Durchführung man früher verzichten mußte.

An den auf Erzielung geeigneter keramischer Massen gerichteten Gemeinschaftsarbeiten haben sich außer Geheimrat Schiffner (Sächsische Bergakademie Freiberg i. S.) Prof. Salmang und Dr.-Ing. Oskar Meyer, Aachen, beteiligt. Auf Veranlassung von Geheimrat

Schiffner prüfte Dipl.-Ing. G. Simon Zirkonoxyd, Aluminium- und Magnesiumoxyd sowie Zirkon, Steatit und einige Mischungen von Zirkonoxyd mit Magnesia zwischen 800° und 1500° auf ihren elektrischen Widerstand und ihre Eignung zur Verwendung in elektrischen Öfen. Dr. Oskar Meyer hatte, einer Anregung P. Oberhoffers folgend, gehofft, mit Tiegeln aus Metallkarbiden und Metallnitriden zum Ziele gelangen zu können. Die beträchtliche Reaktionsfähigkeit hat den Aufbau eines Einheitstiegels unmöglich gemacht; es muß die Tiegelart dem jeweiligen Schmelzeinsatz angepaßt werden. Dagegen wurde in dem Titannitrid ein neues, gegen reine und kohlenstoffhaltige Metalle beständiges Gerätematerial gefunden, das die Eigenschaften der gebräuchlichen oxydischen Massen übertrifft. Vorläufig muß es als einziges nicht oxydisches Tiegelmaterial angesprochen werden, welches zu solchen Schmelzen verwendet werden darf. Dagegen ist es für oxydische Schmelzflüsse nicht zu brauchen. Die Reaktionsfähigkeit der Karbidmaterialien und des Graphites mit Oxyden hat O. Meyer durch Bestimmung der Reaktionstensionen bei hohen Temperaturen verfolgt.

Das Verhalten der hochfeuerfesten Oxyde wurde von Salmang geprüft. Er hat den Rekristallisationserscheinungen der vorgesinterten und ungesinterten Massen Aufmerksamkeit zugewandt und festgestellt, daß nur die letzteren beim Brennen bei 2000° hervorragend dichte, porzellanartige Scherben geben. Sie sind dazu sehr schlackenfest. Das Verhalten von Tiegeln aus solchem Material gegenüber Silikatschmelzen wurde von W. Krings und H. Salmang geprüft; sie werden wenig angegriffen. Grundsätzlich darf also das Problem als gelöst gelten.

Wenn wir die Ergebnisse dieses und der früheren Jahre vergleichen, sehen wir deutlich, daß schon manche der in Angriff genommenen Untersuchungen zu Erfolgen geführt hat, und daß die Hoffnungen, welche in die Gemeinschaftsarbeiten gesetzt worden sind, sich erfüllt haben. Wir dürfen daraus schließen, daß der Gedanke, der die Notgemeinschaft im Jahre 1925 leitete, gut und der eingeschlagene Weg richtig war, und die Zuversicht hegen, daß auch neue Untersuchungen, wenn sie unter den gleichen organisatorischen Grundsätzen in Angriff genommen werden, die Früchte tragen, welche wir erwarten, und dem Einsatz von Mitteln entsprechen, welche das deutsche Volk trotz der Schwere der Zeit für die Förderung der Wissenschaft zur Verfügung stellt.

Verzeichnis der im Jahre 1930 im Rahmen der Metallforschung unterstützten und veröffentlichten Arbeiten

1. W. Meißner: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium VI. Die Übergangskurve zur Supraleitfähigkeit für Titan. Zt. f. Physik 60, 181 (1930).
2. W. Meißner: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium VII. Die Übergangskurven zur Supraleitfähigkeit für Tantal und Thorium. Zt. f. Physik 61, 191 (1930).
3. W. Meißner und H. Franz: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium VIII Supraleitfähigkeit von Niobium. Zt. f. Physik 63, 558 (1930).
4. W. Meißner und H. Franz: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium IX. Supraleitfähigkeit von Karbiden und Nitriden. Zt. f. Physik 65, 30 (1930).
5. W. Meißner: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium X. Elektrischer Widerstand einiger Legierungen. Zt. f. Physik 64, 581 (1930).
6. W. Meißner und H. Scheffers: Elektrischer Widerstand von Gold in magnetischen Feldern bei tiefen Temperaturen. 2. Mitteilung. Phys. Zt. 31, 574 (1930).
7. W. Meißner: Neue Untersuchungen über Supraleitfähigkeit (zum Teil nach Messungen mit H. Franz). Zt. f. d. gesamte Kälte-Industrie 37, 9. Heft (1930).
8. W. Meißner und H. Franz: Supraleitfähigkeit von Karbiden und Nitriden Die Naturwissenschaften 18, 418 (1930).
9. W. Meißner und B. Voigt: Vakuummantelflaschen aus Metall für flüssigen Wasserstoff. Zt. f. Instrumentenkunde 50, 121 (1930).
10. W. Meißner: Theorie und Konstruktion der Vakuummantelgefäße aus Metall für verflüssigte Gase, insbesondere für flüssigen Wasserstoff. (Teilweise nach Arbeiten mit B. Voigt.) Zt. f. f. gesamte Kälte-Industrie 37, 3. Heft (1930).
11. W. Meißner und U. Adelsberger: Vibrationsgalvanometer mit weitgehender Frequenzunabhängigkeit. Zt. f. technische Physik 11, 4 und 5 (1930).
12. E. Rupp und E. Schmid: Elektronenbeugung an passivem Eisen I. Die Naturwissenschaften 18, Heft 20/21 (1930).
13. G. Sachs und J. Weerts: Die Gitterkonstanten der Gold-Silber-Legierungen. Zt. f. Physik 60, 481 (1930).
14. E. Widawski und F. Sauerwald: Dichtemessungen bei hohen Temperaturen X. Über die direkte Auftriebsmethode und die Dichte schmelzflüssiger Metalle, insbesondere von Eisenlegierungen bei Temperaturen bis 1600°. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 192, Heft 2 (1930).
15. F. Sauerwald und E. Widawski: Über die direkte Auftriebsmethode zur Dichtebestimmung von Schmelzen, insbesondere von flüssigen Metallen bei hohen Temperaturen. World Engineering Congress, Tokyo 1929. (Paper No. 202.)
16. F. Boehm und F. Sauerwald: Über die Schwindung von Legierungen. Zt. Die Gießerei (1930), Heft 35.
17. G. Grube und E. Schiedt: Die elektrische Leitfähigkeit und die thermische Ausdehnung der Magnesium-Kadmium-Legierungen. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 194, 190 (1930).

18. U. Dehlinger: Röntgenographische Untersuchungen am System Magnesium-Kadmium. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 194, 223 (1930).
19. G. Grube und J. Hille: Die Spitzen auf den Isothermen der elektrischen Leitfähigkeit metallischer Mischkristalle. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 194, 179 (1930).
20. O. Weinbaum: Über die röntgenographische Bestimmung der Grenzen der Mischkristallbildung von Silber-Kupfer-Legierungen. Zt. f. Metallkunde, Dezemberheft 1929.
21. M. Hansen: Die Härte silberreicher Kupfer-Silber-Legierungen. Bestimmung der Löslichkeit von Kupfer in Silber mit Hilfe von Härtemessungen. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 186, 1. und 2. Heft (1930).
22. R. Kraiczek und F. Sauerwald: Über Mehrstoffsysteme mit Eisen II. Das System Chrom-Kohlenstoff. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 185, Heft 1 u. 2 (1929).
23. F. Wever und W. Jellinghaus: Zur Kenntnis des Zweistoffsystems Eisen-Vanadium. Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XII, Lief. 19 (1930).
24. F. Wever und A. Müller: Über das Zweistoffsystem Eisen-Bor und über die Struktur des Eisenborides Fe_4B_2. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 192, 317 (1930).
25. F. Wever und A. Müller: Über den Aufbau der Mischkristalle des Eisens mit Beryllium und Aluminium. Zt. f. anorg. Chemie 192, 337 (1930).
26. F. Wever und H. Möller: Über den Kristallbau des Eisensilizides FeSi. Zt. f. Kristallographie. Bd. 75, Heft 3/4.
27. H. Möller: Das Kristallgitter des Eisensilizides FeSi. Zt. Die Naturwissenschaften. 18. Jahrg., Heft 33, S. 734—735.
28. F. Wever und N. Engel: Über den Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die Temperatur der Umwandlungen, das Gefüge und den Feinbau der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. Mitteil. aus dem K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XII, Lief. 8 (1930).
29. H. Lange: Entmagnetisierungsfaktor und ideale Induktionskurve verschiedener Probeformen. Mitteil. aus dem K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XI, Lief. 23 (1929).
30. H. Lange: Entmagnetisierungsfaktor und ideale Induktionskurve verschiedener Probeformen. Zt. f. technische Physik, 11. Jahrg., Nr. 7 (1930).
31. H. Esser und W. Eilender: Über die Stahlhärtung. Archiv für das Eisenhüttenwesen, Fachberichte, Jahrg. 4, Heft 3, S. 113—144 (1930/31).
32. G. Kurdjumoff und G. Sachs: Über den Mechanismus der Stahlhärtung. Zt. f. Physik 64 (1930), S. 325—343.
33. R. Vogel und W. Tonn: Über das ternäre System Eisen-Nickel-Schwefel. Archiv für das Eisenhüttenwesen 3 (1929/30), Heft 12, S. 769—780.
34. W. Hummitzsch und F. Sauerwald: Über Mehrstoffsysteme mit Eisen III. Das System Eisen-Phosphor-Silizium. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 194, 113 (1930).
35. O. Bauer und M. Hansen: Der Einfluß von dritten Metallen auf die Konstitution der Messinglegierungen III. Der Einfluß von Zinn. Zt. f. Metallkunde, 22. Jahrg., Heft 11 und 12, S. 387, 413 (1930).
36. O. Bauer und M. Hansen: Der Einfluß von dritten Metallen auf die Konstitution der Messinglegierungen II. Der Einfluß von Nickel. Zt. f. Metallkunde, Heft 11 und 12 (1929).

37. E. Raub: Über schwer anlaufende Silberlegierungen. Mitteil. d. Forschungsinstituts, Schwäb.-Gmünd, Nr. 3, 4. Jahrg. (1930).
38. J. A. A. Leroux und E. Raub: Untersuchungen über das Verhalten von Silber und Silber-Kupfer-Legierungen beim Glühen in Sauerstoff und Luft. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 188, 205 (1930).
39. E. Raub: Über Blankglühen von Silber-Kupfer-Legierungen I. Mitteil. des Forschungsinstituts, Schwäb.-Gmünd, Nr. 2, Jahrg. 4 (1930).
40. E. Raub: Über Blankglühen von Silber-Kupfer-Legierungen II. Mitteil. des Forschungsinstituts, Schwäb.-Gmünd, Nr. 6, Jahrg. 4 (1930).
41. G. Tammann und W. Oelsen: Die Abhängigkeit der Konzentration gesättigter Mischkristalle von der Temperatur. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 186, 257 (1930).
42. G. Tammann und H. Rüdiger: Die zeitliche Änderung des elektrischen Widerstandes und der Härte von einigen Legierungen des Bleis und des Thalliums. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 192, 1 (1930).
43. G. Tammann: Die Vorgänge bei der Vergütung. Zt. f. Metallkunde, 22. Jahrg., Heft 11 (1930).
44. G. Tammann: Zur Molekular-Dynamik in Kristallen. Nachr. v. d. Ges. d. Wissenschaften zu Göttingen, Nr. 5 (1930).
45. E. Schmid und G. Wassermann: Röntgenographische Studien zum Vergütungsproblem I. Metallwirtschaft IX, Heft 20 (1930).
46. N. Ageew, M. Hansen und G. Sachs: Entmischung und Eigenschaftsänderungen übersättigter Silber-Kupfer-Legierungen. Zt. f. Physik 66, 350 (1930).
47. M. Hansen: Zur Kenntnis des Vergütungsvorganges in Legierungen I. Der Vorgang der Entmischung übersättigter β-Cu-Zn-Mischkristalle durch Alterung bei verschiedenen Temperaturen. Zt. f. Physik 59, 466 (1930).
48. M. Hansen: Über den Vergütungsvorgang in Zink-Kupfer-Legierungen. Zt. f. Metallkunde, 22. Jahrg., Heft 5 (1930).
49. K. Ohshima und G. Sachs: Röntgenuntersuchungen an der Legierung Au-Cu. Zt. f. Physik 63, 210—223 (1930).
50. G. Sachs und J. Weerts: Die Gitterkonstanten der Gold-Silber-Legierungen. Zt. f. Physik 60, 481—490 (1930).
51. J. A. A. Leroux, E. Raub und K. W. Fröhlich: Über das Verhalten von natürlichen und gezüchteten Perlen im ultravioletten Licht II. Zt. f. Physik 60, 307 (1930).
52. G. Sachs und J. Weerts: Elastizitätsmessungen mit Röntgenstrahlen. Zt. f. Physik, Bd. 64, 344—358 (1930).
53. E. Goens: Ann. d. Physik, 5. Folge, 4 (1930), S. 733.
54. G. Tammann und K. Röth: Der Einfluß der Temperatur, auf welche flüssiges Aluminium vor seiner Kristallisation erhitzt wurde, auf die Zahl seiner Kristalle. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 189, Heft 4 (1930).
55. G. Tammann und K. L. Dreyer: Über die Zwischensubstanz des Bleis und ihren Einfluß auf das Bleikorn. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 191, Heft 1 und 2 (1930).
56. R. Karnop und G. Sachs: Die Grobkristallisation von Aluminium. Metallwirtschaft VIII, Heft 46, S. 1115—1118 (1929).

57. G. Tammann und K. L. Dreyer: Die Geschwindigkeit der Korngrenzenverschiebung bei der primären und der sekundären Rekristallisation des Aluminiums. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 191, Heft 1 und 2 (1930).
58. G. Tammann: Zur Theorie der Rekristallisation. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 185, Heft 1 und 2 (1929).
59. G. Tammann und W. Crone: Zur Rekristallisation der Metalle. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 187, Heft 4 (1930).
60. R. Karnop und G. Sachs: Zur Kinetik der Rekristallisation. Zt. f. Physik 60, Heft 7 und 8 (1930).
61. O. Eisenhut und H. Widmann: Studien über die Rekristallisation von Kupferwalzblechen. Zt. f. technische Physik, Bd. II (1930), Nr. 3.
62. G. Sachs und J. Weerts: Die Orientierung einzelner durch Rekristallisation gewonnener Kristalle. Zt. f. Physik 59, 497 (1930).
63. R. Glocker und L. Graf: Über die Herstellung von Metalleinkristallen bestimmter Orientierung. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 188, 232 (1930).
64. W. Boas und E. Schmid: Über die Temperaturabhängigkeit der kritischen Schubspannung von Kadmiumkristallen. Zt. f. Physik 57, 575 (1929).
65. W. Boas und E. Schmid: Über die Temperaturabhängigkeit der Kristallplastizität. Zt. f. Physik, Bd. 61 (1930), 767—781.
66. W. Fahrenhorst und E. Schmid: Über die Temperaturabhängigkeit der Kristallplastizität II. Zt. f. Physik, Bd. 64 (1930), 845—855.
67. W. Meißner, M. Polanyi und E. Schmid: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium XII. Plastizität von Metallkristallen bei tiefsten Temperaturen. Zt. f. Physik im Druck.
68. E. Schmid und L. Vaupel: Versuche an bewässerten Steinsalzkristallen. Zt. f. Physik 62, 311 (1930).
69. F. Sauerwald, B. Schmidt und H. Dienenthal: Über das Verhalten von Einkristallen in den Sprödigkeitsbereichen von α-Eisen und α-Messing. Zt. f. Physik 61, 153 (1930).
70. G. Kurdjumow und G. Dachs: Walz- und Rekristallisationstextur von Eisenblech. Zt. f. Physik 62, 592—599 (1930).
71. Foster Cary Nix und E. Schmid: Über die Gußtextur von Metallen und Legierungen. Zt. f. Metallkunde, Heft 9 (1929).
72. E. Schmid und G. Wassermann: Über die Walztexturen hexagonaler Metalle. Zt. Metallwirtschaft IX, Heft 34 (1930).
73. E. Schmid: Werkstoffverformung und -festigkeit. Physik. Zt., 31. Jahrg. (1930), S. 892—896.
74. W. Kuntze und G. Sachs: Der Fließbeginn bei wechselnder Zug-Druckbeanspruchung. Metallwirtschaft IX, Nr. 4 (1930), S. 85—89.
75. W. Tafel: Das Fließen des Metalls, unter besonderer Berücksichtigung der Arbeiten an der Walzwerksversuchsanstalt der Technischen Hochschule Breslau. Metallwirtschaft IX, S. 7 (1930).
76. W. Tafel und H. Scholz: Beiträge zum Verformungsvorgang in Zerreißstäben. Arch. f. d. Eisenhüttenwesen, 3. Jahrg. (1930), Heft 8.
77. G. Sachs: Ein neues Prüfgerät für Tiefziehbleche. Metallwirtschaft IX, Nr. 10 (1930), S. 213—218.

78. A. Pomp und W. Enders: Zur Bestimmung der Dauerstandfestigkeit im Abkürzungsverfahren. Mitteil. aus dem K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XII, Lief. 10 (1930).
79. E. Siebel und A. Pomp: Nutzarbeit und Verlustarbeit beim Walzen. Mitteil. aus dem K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XII (1930), Lief. 11.
80. E. Voigt und W. Lueg: Eine Vorrichtung zur Druckmessung an Walzwerken. Mitteil. aus dem K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XII (1930), Lief. 11.
81. E. Siebel und E. Fangmeier: Versuche über den Formänderungswiderstand und den Formänderungsverlauf beim Warmwalzen von kohlenstoffarmem Flußstahl im Temperaturbereich von 700—1200°. Mitteil. aus dem K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XII, Lief. 15 (1930).
82. A. Pomp und E. Fangmeier: Über den Einfluß des Walzgrades, der Walztemperatur und der Abkühlungsbedingungen auf die mechanischen Eigenschaften und das Gefüge von kohlenstoffarmem Flußstahl. Mitteil. aus dem K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XII, Lief. 15 (1930).
83. W. Tafel und G. Wagner: Das Füllen von Kalibern. Zt. Stahl und Eisen (1930), Heft 5.
84. W. Tafel und W. Knoll: Bemessung von Abkantungen zur Verhinderung der Gratbildung beim Walzen. Arch. f. d. Eisenhüttenwesen 3 (1929/30), Heft 12, S. 745—750.
85. E. Seemann: Über die Verteilung der Festigkeitseigenschaften im Querschnitt von Walzprofilen und ihre Bedingtheit. Diss. Techn. Hochsch. Breslau 20. 6. 1929.
86. L. Frommer, W. Kuntze und G. Sachs: Der Einfluß von Poren auf die Festigkeit von Spritzguß. Zt. d. Ver. Deutscher Ingenieure, Nr. 45 (1929).
87. F. Bollenrath: Brinellhärte, Eindringtiefe und Pendelhärte bei verschiedenen Leichtmetall-Legierungen. Metallwirtschaft IX, Heft 30, S. 625—629 (1930).
88. A. Cissarz: Quantitativ-spektralanalytische Untersuchung eines Mansfelder Kupferschieferprofils. Zt. Chemie der Erde, Bd. 5, 48 (1930).
89. A. Cissarz: Die durchschnittliche Zusammensetzung des Mansfelder Kupferschiefers. Zt. Metall und Erz, Heft 12 (1930).
90. A. Cissarz: Der Einfluß der im Analysengang abgeschiedenen Kieselsäure auf die Bestimmung geringster Metallgehalte in Gesteinen. Zentralblatt f. Min. usw. (1930), Abt. A, Nr. 8, S. 328—333.
91. W. A. Roth und H. Havekoß: Die Bildungswärme von Kobalt-II-Oxyd. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 195 (1930).
92. W. A. Roth, H. Umbach und P. Chall: Beiträge zur Thermochemie des Eisens. Arch. f. d. Eisenhüttenwesen 4 (1930/31), Heft 2, S. 87—94.
93. W. A. Roth, R. Grau und A. Meichsner: Beiträge zur Thermochemie des Schwefels III. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 193, 161 (1930).
94. R. Grau und W. A. Roth: Verdünnungswärme der Schwefelsäure. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 188, 186 (1930).
95. R. Grau und W. A. Roth: Zur physikalischen Chemie des Schwefelsäureanhydrids. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 188, 173 (1930).
96. G. Naeser: Über den Wärmeinhalt von Schlacken. Mitteil. aus dem K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XII, Lief. 2 (1930).

97. G. Tammann und A. Rohmann: Zur Additivität der spezifischen Wärmen kristallisierter Verbindungen. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 190, 227 (1930).

98. G. Naeser: Über ein einfaches Farbpyrometer. Mitteil. aus dem K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XI, Lief. 22 (1929).

99. G. Naeser: Zur Farbpyrometrie. Mitteil. aus dem K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XII, Lief. 18 (1930).

100. J. Feiser: Über die Flüchtigkeit der Oxyde von Blei, Kadmium, Zink und Zinn. Diss. Techn. Hochsch. Berlin 19. 12. 1928.

101. J. Feiser: Wismutoxyd. Zt. Erzbergbau einschl. Aufbereitung. XXVII. Jahrg. 1930, Heft 22, S. 585.

102. H. Kistner: Großversuche an einer zu Studienzwecken gebauten Regenerativkammer. I. Teil: Bestimmung der Wärmeübergangszahlen und Druckverluste bei doppelt versetzter und nicht versetzter Rostpackung. Arch f. d. Eisenhüttenwesen 3 (1929/30), Heft 12, S. 751—768.

103. K. Schumacher: Großversuche an einer zu Studienzwecken gebauten Regenerativkammer. III. Teil: Steinausnutzungsgrad und Verlauf der Steinoberflächentemperatur. Arch. f. d. Eisenhüttenwesen 4 (1930/31), Heft 2, S. 63 bis 74.

104. P. Dickens und G. Thanheiser: Die Anwendung der potentiometrischen Maßanalyse im Eisenhüttenlaboratorium I. Die Bestimmung von Mangan, Chrom und Vanadin nebeneinander. Mitteil. aus dem K.-W.-Inst. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. XII, Lief. 14 (1930).

105. E. Baars und C. Kayser: Untersuchungen zur Überspannung des Wasserstoffs. Zt. f. Elektrochemie (1930), Nr. 7, S. 428.

106. A. Thiel und W. Ernst: Über Korrosionserscheinungen. Zt. Korrosion und Metallschutz, 6. Jahrg., Heft 5, S. 97 (1930).

107. E. Berl, Plagge und Staudinger: Bachfestschrift des Vereins Deutscher Ingenieure.

108. E. Berl und F. van Taack: Über die Einwirkung von Laugen und Salzen auf Flußeisen unter Hochdruckbedingungen und über die Schutzwirkung von Natriumsulfat gegen den Angriff von Ätznatron und von Chlormagnesium. Zt. Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens. Herausgegeben vom Verein Deutscher Ingenieure, Heft 330 (1930).

109. G. Tammann und H. Thiele: Über Verbrennungsgeschwindigkeiten von Gasmischungen. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie 192, 65 (1930).

110. R. Schenck: Über die Beziehungen der Phosphore zu den durch Zusätze aktivierten Metallpräparat. Zt. wiss. Photogr., Photophysik und Photochem. 29, 219—229 (1930).

111. O. Meyer: Über die Darstellung und die Eigenschaften von Karbid- und Nitridtiegeln nebst einem Beitrag über die Reaktionen von Karbiden und Graphit mit Metalloxyden. Diss. Techn. Hochsch. Aachen 15. 7. 1929.

112. O. Meyer: Über den Verlauf der Reaktionen zwischen Graphit und Oxyden sowie zwischen Schwermetallkarbiden und -oxyden. Arch. f. d. Eisenhüttenwesen 4 (1930/31), Heft 4, S. 193—198.

113. W. Krings und H. Salmang: Beständige Tiegel für Silikatschmelzen. Zt. f. angew. Chemie 43. Jahrg., S. 364 (1930).

Bericht über die während der Jahre 1931 und 1932 durchgeführten, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützten Gemeinschaftsarbeiten auf dem Gebiete der Metallforschung

Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. R. Schenck, Münster i. W.

Abweichend von unserem früheren Vorgehen haben wir einen Sonderbericht über die Ergebnisse der Metallforschung des Jahres 1931 nicht erscheinen lassen, sondern es vorgezogen, ihn mit dem über 1932 zu vereinigen, nicht allein aus Ersparnisrücksichten, sondern auch aus der Erwägung heraus, daß ein Bericht über einen längeren Zeitabschnitt einen besseren Überblick über die Entwicklung der Probleme, zu deren Lösung die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft Mittel bereitgestellt hat, ermöglicht.

Die Metallforschung hat sich seit nunmehr acht Jahren der Gunst der Notgemeinschaft und ihrer systematischen Förderung zu erfreuen und es dürfte in der Geschichte der Naturwissenschaften kaum ein zweites Beispiel dafür geben, wie sich ein Forschungsgebiet nach klarer Herausarbeitung seiner Probleme, nach Festsetzung der Ziele und der Wege, welche zu ihrer Erreichung einzuschlagen sind, durch planmäßige Zusammenfassung aller innerhalb eines Landes vorhandener geeigneter Forscher, durch Bereitstellung genügender Hilfskräfte und durch einen gut überlegten Aufwand an Mitteln für Material und Apparaturen in wirtschaftlicher Weise und in verhältnismäßig kurzer Zeit zur Blüte und so erheblicher Fruchtbarkeit bringen ließ, daß man für mehr als eine Frage den Zeitpunkt nahe sieht, in dem sie als erledigt betrachtet werden kann. Die Richtigkeit einer Maßnahme zeigt sich häufig darin, daß aus ihr wertvolle Ergebnisse auch in Richtungen entspringen, aus denen man solche ursprünglich nicht erwartet hatte. Bei der Metallforschung hat die Notgemeinschaft diese Erfahrung mehrfach machen können.

Die Arbeitsintensität, als deren Maßstab die Zahl der von unseren Mitarbeitern veröffentlichten Arbeiten dienen kann, war stark. Im

Jahre 1931 erschienen 84, 1932 145 gedruckte Publikationen, so daß insgesamt über 229 zu berichten ist. Seit 1925, dem ersten Jahre der Gemeinschaftsarbeiten auf dem Gebiete der Metallforschung, sind in wissenschaftlichen Zeitschriften und Institutsberichten nicht weniger als 650 Mitteilungen über Arbeitsergebnisse abgedruckt worden.

Da es falsch wäre, sich mit dem bisher Erreichten zu begnügen, ist der Herr Präsident der Notgemeinschaft bemüht gewesen, den ruhigen Fortgang der Metallforschungsarbeiten auch für die Zukunft sicherzustellen. Mehrmals hat er kleinere Sachverständigenausschüsse nach Berlin geladen mit dem Zwecke, daß sie ihm bearbeitenswerte, theoretisch wichtige oder wirtschaftlich bedeutsame Gebiete namhaft machen und Pläne für ihre Durcharbeitung aufstellen sollten. So tagte am 11. April 1931 eine Kommission zur Bearbeitung der physiko-chemischen Grundlagen der Stahlerzeugungsprozesse (Ausschuß: Stahlbad-Schlacke) und am 4. Juli des gleichen Jahres ein Ausschuß für Metallphysik, in dem über das Wesen des metallischen Zustandes gesprochen und die Frage nach den experimentellen Möglichkeiten, die Erkenntnis desselben zu erweitern, eingehend erörtert wurde.

Die Besprechungen waren durch schriftliche Vorschläge der Ausschußmitglieder und einen zusammenfassenden Bericht des Referenten sorgfältig vorbereitet und lieferten die Unterlagen für die Inangriffnahme neuer und wichtiger Gemeinschaftsarbeiten.

Im folgenden soll nun in der bei den früheren Jahresberichten beobachteten Reihenfolge über die Forschungsergebnisse der beiden letzten Jahre Mitteilung gemacht werden.

Abt. A. Über das Wesen des metallischen Zustandes

Einen ständig wiederkehrenden Punkt in den früheren Berichten bilden die Ergebnisse der bei den Temperaturen des flüssigen Heliums im Kältelaboratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt durchgeführten Untersuchungen W. Meißners und seiner Mitarbeiter über die Supraleitfähigkeit metallischer Stoffe. Sie sind, soweit es sich um die Orientierung über die Verbreitung des Phänomens handelt, zu einem gewissen Abschluß gekommen; eine stattliche Anzahl von Veröffentlichungen liegt vor uns, aus denen zu entnehmen ist, daß gegen früher die Zahl der supraleitenden Stoffe wesentlich vermehrt wurde. Bei Mischkristallegierungsreihen zwischen

supraleitenden Komponenten einerseits und solchen supraleitender und nichtsupraleitender andererseits sind verschiedene Gesetzmäßigkeiten festgestellt worden und es ist der Nachweis erbracht, daß auch bei chemischen Verbindungen, vor allem bei Nitriden und Karbiden, aber auch bei Siliziden und Boriden, die Supraleitfähigkeit keineswegs selten ist.

Die Untersuchungen über das Auftreten dieser Erscheinung bei Verbindungen sind ganz systematisch durchgeführt worden; sie konnte nicht festgestellt werden bei Phosphiden, Arseniden, Seleniden, Telluriden und Oxyden und unter den Sulfiden war sie bisher nur beim Kupfersulfid CuS beobachtbar. Auch intermetallische Verbindungen mit γ und ε-Struktur in dem Westgrenschen System zeigten nirgends Supraleitfähigkeit. Ob sie bei den merkwürdigen Legierungen von Alkalimetallen und Erdalkalimetallen mit Blei und Zinn auftreten wird, steht noch dahin. Einzelheiten sind in den Veröffentlichungen nachzulesen.

Im Zusammenhange mit dem eben erwähnten Gegenstande stehen die Untersuchungen von W. Meißner und R. Holm (vom Forschungslaboratorium des Siemens-Konzerns) über den Kontaktwiderstand bei tiefsten Temperaturen.

Sehr wichtig sind die Untersuchungen zur Klärung des rätselhaften *Wesens der Supraleitfähigkeit*. Mit dieser Absicht wurden Messungen über den Widerstand von Blei unterhalb des Sprungpunktes in einem Magnetfelde ausgeführt, aus deren Ergebnissen mit Sicherheit hervorgeht, daß die Supraleitfähigkeit nicht auf das Verschwinden des Restwiderstandes zurückgeführt werden kann. Schlüsse auf die Elektronen, welche den supraleitenden Strom tragen, haben sich weiter aus der Beobachtung ziehen lassen, daß auch die langsamsten Elektronenstrahlen, welche auf Zinnfolien auftreffen, durch eine supraleitende Zinnfolie nicht hindurchgehen. Die Probleme, welche die Supraleitfähigkeit bietet, hat W. Meißner in einem Aufsatze in den „Naturwissenschaften" dargestellt. Nach diesem Berichte ist es von grundsätzlicher Bedeutung, ob es gelingt festzustellen, daß am Sprungpunkt neue Elektronen frei werden, welche die Supraleitfähigkeit bedingen. Er weist auch auf einen mittlerweile von Dr. Steiner beschrittenen Weg hin, der diese Feststellung ermöglichen könnte, die Intensitätsmessungen von Röntgenlinien, welche durch Reflektion an Supraleitern oberhalb und unterhalb des Sprungpunktes gewonnen werden.

Auch im physikalisch-chemischen Institut der Technischen Hochschule Breslau war F. Simon in Gemeinschaft mit K. Mendelsohn und R. Suhrmann bemüht, festzustellen, ob der Übergang über den Sprungpunkt der Supraleitfähigkeit von einer plötzlichen Änderung anderer physikalischer Eigenschaften begleitet ist. Ein thermischer Effekt konnte nicht nachgewiesen werden. Falls ein solcher vorhanden wäre, würde er unter $^1/_{1000}$ RT. liegen. Auch nach einer Änderung des optischen Reflektionsvermögens im Gebiete des sichtbaren Lichtes und des kurzwelligen Ultrarot wurde — allerdings bisher ohne Erfolg — bis hinab zu Temperaturen von 2° absolut gefahndet. Die Versuche werden z. B. in Breslau an einigen supraleitenden Karbiden z. T. im Bereiche anderer Wellenlängen fortgesetzt. Im Gange sind dort außerdem noch Messungen des Restwiderstandes von Supraleitern mit Hilfe des Shineffektes und von Peltier- und Thomsonwärmen supraleitender Metalle sowie Reflektions- und Durchlässigkeitsmessungen von stromdurchflossenen supraleitenden Häutchen bei Anwendung polarisierten Lichtes.

In der modernen Elektronentheorie der Metalle spielt eine besondere Rolle die spezifische Wärme der freien Elektronen, die auch in dem oben erwähnten Ausschusse für Metallphysik eingehend erörtert wurde. Ihrer Untersuchung und Messung, welche nur unter extremen Bedingungen der Temperatur durchführbar ist, galten mehrere Breslauer Arbeiten. K. Mendelsohn und John O. Croß veröffentlichten kalorimetrische Untersuchungen im Temperaturgebiet des flüssigen Heliums an Silber und Kupfer, bei denen sie auf einen noch nicht ganz aufgeklärten Desorptionseffekt des Heliums an Kupfer stießen. Für die Veröffentlichung vorbereitet sind kalorimetrische Untersuchungen von F. Simon und Cristesen am Beryllium zwischen 9° abs. und Zimmertemperatur, bei denen, falls die Sommerfeldtsche Theorie die Erscheinungen richtig wiedergibt, der Anteil der spezifischen Wärme der Elektronen sich bei den sehr tiefen Temperaturen bemerkbar machen müßte. Bisher war ein solcher nicht zu beobachten, dagegen ist es nicht ausgeschlossen, daß eine bei 11° abs. beobachtete Anomalie mit einem Gesamtwärmeinhalt von etwa $^1/_{1000}$ RT. im Zusammenhange mit den freien Elektronen steht.

Bei den über größere Temperaturgebiete laufenden Untersuchungen traten den Beobachtern des öfteren Umlagerungserscheinungen im festen Zustande entgegen, z. B. beim Germanium, Lithium und den übrigen Alkalimetallen. Publikationen darüber sind nächstens zu er-

warten, desgleichen über Messungen des magnetischen Anteils der spezifischen Wärme in ferromagnetischen Metallen bei den Temperaturen des flüssigen Heliums.

Auch das physikalische Institut der Universität Marburg unter der Leitung von Geheimrat E. Grüneisen war an den metallphysikalischen Gemeinschaftsarbeiten wesentlich beteiligt, z. T. hat dabei zwischen Marburg und dem Kältelaboratorium der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt enge Fühlung bestanden.

Die Arbeiten betrafen die Abhängigkeit einer ganzen Reihe von physikalischen Eigenschaften von der Kristallrichtung. Die Messungen wurden an Einkristallen durchgeführt; bei solchen von Quecksilber wurden die Wärme-Leitfähigkeit und die Thermokraft, die thermische Ausdehnung, der Dehnungs- und Torsionsmodul sowie die magnetische Suszeptibilität bestimmt. Das Wiedemann-Franzsche Gesetz gilt unabhängig von der Richtung, trotzdem sowohl für die Wärme- als für die Elektrizitätsleitung eine Anisotropie von etwa 25% besteht. Bei der thermischen Ausdehnung und der magnetischen Suszeptibilität ist sie verhältnismäßig schwach, dagegen recht beträchtlich in den elastischen Konstanten. Ähnliches war schon früher bei Zink- und Kadmiumkristallen beobachtet worden.

An solchen haben nun E. Goens und E. Grüneisen auch die Elektrizitäts- und Wärmeleitung in den verschiedenen kristallographischen Richtungen ermittelt bis zu —252° C hinunter. Einen Einfluß der Korngröße, wie er von A. Eucken angegeben wird, haben sie dabei nicht feststellen können. E. Goens hat seine Versuche über die elastischen Konstanten und ihre Temperaturabhängigkeit in Charlottenburg auf Magnesiumeinkristalle ausgedehnt. Dort untersuchten weiter Holm und W. Meißner den Fließ-Druck von Metallen bei sehr tiefen Temperaturen, W. Meißner und H. Scheffers an Goldkristallen die Widerstandsänderung im Magnetfelde.

Eine umfangreiche Untersuchung wurde in Marburg von E. Grüneisen und Reddemann unternommen, um eine Klärung des Verhältnisses von Elektronen- und Gitterleitung beim Wärmetransport in Metallen zu erzielen. Zu diesem Zwecke war die von Grüneisen und Goens früher aufgestellte Regel der isothermen Geraden durch Verwertung älterer Messungen bei Zimmertemperatur und durch neue Beobachtungen bei den Temperaturen der flüssigen Luft an Mischkristallreihen zu prüfen. Es gibt Fälle z. B. bei den Au-Ag- und Au-Cu-Mischkristallen, in denen sie

bemerkenswert gut gilt, aber auch andere z. B. β-Legierungen, bei denen sich erhebliche Abweichungen zeigen. Im letzteren Falle wird man unter Umständen eine Beteiligung der Gitterleitung annehmen dürfen. Möglicherweise sind aber auch noch andere Ursachen im Spiel. Die Messungen sollen in Zukunft noch auf die Temperaturen des verflüssigten Wasserstoffs ausgedehnt werden.

Recht aussichtsvoll für die Aufklärung des Elektronenaufbaus der Metalle scheint die Prüfung des magnetischen Verhaltens metallischer Mischkristalle werden zu sollen. E. Vogt-Marburg stellte fest, daß die Palladiumatome im Gold- oder Platingitter viel schwächer magnetisch sind als im reinen Palladiumgitter; es läßt sich daraus entnehmen, daß Gold und Platin in den Legierungen Elektronen abgeben, welche vom Palladium aufgenommen, diesem eine vollkommen abgeschlossene, also diamagnetische, Elektronenkonfiguration verleihen, ähnlich wie das der Wasserstoff bei der Hydrierung des Palladiums tut. Diese Tatsachen verwertet U. Dehlinger-Stuttgart in einer Arbeit über Elektronenaufbau und Eigenschaften der Metalle, in der er die Bedingungen für das Zustandekommen intermetallischer Verbindungen ableitet und als maßgebend dafür ansieht, daß beim Zusammenschmelzen zweier Metalle mit verschiedener Valenzelektronenzahl pro Atom Konzentrationen erreicht werden, bei denen die resultierende Valenzelektronenzahl pro Atom stark von der Ganzzahligkeit abweicht. Nach seiner Meinung werden Mischbarkeit und Verbindungsbildung bei metallischen Systemen viel weniger als bei polaren Salzen durch die Atomradien allein bestimmt. Spezifische Anziehungskräfte spielen dabei eine nicht unwesentliche Rolle. Die Vorstellungen Dehlingers gaben in Marburg den Anlaß zu weiteren Untersuchungen über den magnetischen Effekt der Überstrukturumwandlung an ein- und vielkristallinen Gold- und Kupferlegierungen. Er wurde auch bei CuPd, Cu_3Pd und Cu_3Pt gefunden und äußert sich genau wie beim Cu_3Au in einer Verstärkung des Diamagnetismus, während er beim CuAu nach den Feststellungen H. J. Seemanns in paramagnetischer Richtung liegt.

Von ferromagnetischen Systemen wurde Mangan-Stickstoff in Marburg und in Münster näher untersucht; durch Ochsenfeld-Marburg wurden an stickstoffhaltigem γ-Mangan magnetische Untersuchungen angestellt, während durch R. Schenck und A. Kortengräber die Gleichgewichtsisothermen des Systems für Temperaturen zwischen 500°

und 900° aufgenommen und festgestellt wurde, daß das Auftreten des Ferromagnetismus an die ε-Phase Gunnar Häggs geknüpft ist. Die einzelnen stickstoffhaltigen Phasen wurden röntgenanalytisch charakterisiert.

Durch R. Glocker in Stuttgart und seine Mitarbeiter, insbesondere M. Renninger, wurden zur Aufklärung des Wesens der metallischen Bindung gitterspektroskopische Untersuchungen über Form und Breite ultraweicher Röntgenlinien durchgeführt, und zwar zunächst an der $K\alpha$-Linie des Kohlenstoffes, welche deutliche Unterschiede des Aussehens zeigte, je nachdem der Kohlenstoff in Form von Diamant oder von Graphit oder gebunden im Karborundum die Antikathode der Röntgenröhre bedeckte. An der Hand der Leitfähigkeitstheorie von Bloch gelingt es, die wesentlichen Züge der Unterschiede theoretisch zu verstehen. Die Untersuchungen werden zur Zeit auf die M-Linien von Silber, Palladium, Rhodium, Molybdän usw. ausgedehnt, um die Verbreiterung des Niveaus der Leitungselektronen zu bestimmen und gewisse von Peierls abgeleitete Beziehungen zum Paramagnetismus zu prüfen. Zwischen den beiden aufeinanderfolgenden Elementen Palladium und Silber bestehen z. B. große Unterschiede in der Schärfe der analogen Röntgenlinie, welche darauf schließen lassen, daß beim Silber das Energieniveau der Valenzelektronen der nächstinneren Elektronengruppe sehr viel näher liegt als beim Palladium (R. Glocker und H. Kissig). Des weiteren wurden die Stuttgarter Atomfaktorbestimmungen von R. Glocker und W. Schäfer fortgesetzt, und im Gebiet der anomalen Dispersion Chrom und Molybdän untersucht und die Versuche am Eisen wiederholt. Dieses Element nimmt eine Ausnahmestellung ein, weil bei ihm auf der kurzwelligen Seite der Absorptionsbank beträchtliche Abweichungen der experimentellen Werte von dem theoretischen auftreten. Sie sind auch im nicht ferromagnetischen Zustande vorhanden; ihre Ursache kennt man zur Zeit noch nicht, doch ist die Größe der gemessenen Abweichungen bedeutsam für alle Strukturbestimmungen von Eisenverbindungen und Eisenlegierungen.

Zum Schluß sei noch eine im Kältelaboratorium der Physikalisch-Technischen Rechsanstalt unternommene Untersuchung von P. A. Anderson über die Kontaktpotentialdifferenz Platin-Wolfram mit Hilfe der Elektronenstrahlmethode bei den Temperaturen des flüssigen Heliums erwähnt, über die voraussichtlich im nächsten Jahresberichte Eingehenderes mitgeteilt werden kann.

Ein Vergleich des Umfanges der Kapitel: „Wesen des metallischen Zustandes" in den früheren und in diesem Berichte zeigt deutlich, wie die Beschäftigung mit den Fragen der Metallphysik und Metalltheorie immer und mehr zunimmt. Die Probleme werden jetzt von den allerverschiedensten Richtungen her experimentell in Angriff genommen und schon die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß man in absehbarer Zeit auf ihre Lösung hoffen darf und daß der Einsatz weiterer Mittel für dieses Teilgebiet der Metallforschung gerechtfertigt ist. Bei dem engen Zusammenhange der gesamten Metallphysik und Metallchemie werden gewiß auch die anderen Teilgebiete aus neuen Erkenntnissen auf der mehr theoretischen Seite ihren Vorteil ziehen.

Abt. B: Das Gefüge und die physikalischen Eigenschaften der Metalle und Legierungen

Der Löwenanteil an Metallforschungsarbeiten ist in der Berichtsperiode der Metallographie im engeren Sinne zugefallen. Die Probleme verfeinern sich und die Untersuchungsmethoden werden zu immer größerer Präzision weitergebildet, neue Hilfsmittel werden für die Forschung herangezogen. Die Wege, welche die Erkenntnis des metallischen Zustandes erschließen sollten, erweisen sich auch gangbar zur Lösung der Fragen der Feinstrukturverhältnisse.

Nicht wenige Forscher haben der Verfeinerung des Handwerkzeuges ihre Aufmerksamkeit geschenkt. Hier sind vor allem zu erwähnen die Fortschritte, welche die Untersuchung mit Hilfe von Röntgenstrahlen in qualitativer und quantitativer Richtung gemacht haben. An dieser Entwicklung sind die großen Forschungsstätten, das Röntgenforschungsinstitut der Technischen Hochschule Stuttgart sowie die Kaiser-Wilhelm-Institute für Metall- und für Eisenforschung in Dahlem und Düsseldorf beteiligt. Renninger und Glocker nahmen sich der Röntgenspekralanalyse leichtatomiger Metalle an, U. Dehlinger ging den Ursachen der Linienverbreiterung bei Pulver- und Drehkristallaufnahmen mit Hilfe von Röntgenstrahlen nach, J. Weerts befaßte sich mit den Präzisions-Röntgenverfahren in der Legierungsforschung und zusammen mit W. Stenzel mit der Präzisionsbestimmung der Gitterkonstanten nichtkubischer Stoffe, mit Präzisionsmessungen von Gitterkonstanten auch F. Wever und O. Lohrmann in Düsseldorf. Zur bequemen Auswertung von Debye-Scherer-Aufnahmen lieferten praktische Hilfsmittel, Tabellen und Nomogramme M. v. Schwarz und O. Summa von der Technischen Hochschule München.

Auch die diaskopische Röntgenuntersuchung von Werkstücken wurde gefördert einerseits durch Prof. Durrer, Charlottenburg, und andererseits durch Prof. M. v. Schwarz, der ein Auswertungsverfahren von Röntgenschattenbildern zur Feststellung von Hohlräumen usw. ausbildet.

Letzterer verwendete mit Vorteil bei der mikroskopischen Untersuchung von Legierungsgefügen das Polarisationsmikroskop; die Gefügebilder sind besonders charakteristisch, da die einzelnen Bestandteile intensive voneinander verschiedene Färbungen zeigen. Eine Vereinfachung des Martensschen Spiegelgerätes lieferten E. Hesse und H. J. Wiesler.

Von sonstigen neuen Hilfsmitteln sei noch die Konstruktion eines optischen Dilatometers von Prof. Wieselsberger-Aachen erwähnt.

Die in der Berichtszeit durchgeführten Untersuchungen überraschen durch Zahl und Mannigfaltigkeit und es ist nicht leicht, System und Ordnung in sie hineinzubringen. Der Erörterung der augenblicklich in der Entwicklung stehenden Probleme wollen wir eine knappe Übersicht über kleine Einzelarbeiten allgemeineren Charakters und über die neu durchgearbeiteten binären und ternären Legierungssysteme vorausschicken.

Unschwer läßt sich erkennen, daß viele der Untersuchungen direkte Beziehung zu technischen Problemen haben und daß deren Lösung nur durch Forschungsarbeit erreicht werden kann. Ohne wissenschaftliche Tätigkeit auf metallkundlichem Gebiete wäre der gegenwärtige hohe Stand der Metalltechnik niemals zu erreichen gewesen. Dieser Tatsache hat Geheimrat Tammann einen besonderen Vortrag vor der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften gewidmet, welcher mit einem Appell an die Regierung schließt und ihnen vor Augen hält, „daß durch Einschränkung der Forschung und des Unterrichts die Entwicklung der Wirtschaft gehemmt und unsere Weltgeltung beeinträchtigt wird".

Um diesen Teil des Berichts nicht gar zu stark zu belasten, haben wir — von ganz wenigen Ausnahmen abgesehen — auf die Erwähnung der noch nicht abgeschlossenen Arbeiten verzichtet. Über sie wird nach ihrer Fertigstellung der nächste Bericht Mitteilung machen.

Wenn wir mit den Untersuchungen über die Einkomponentensysteme beginnen, so haben wir zu erwähnen eine neue Arbeit von G. Tammann und K. L. Dreyer über die Zinnpest und die Beziehungen des

grauen zu dem weißen Zinn. Die Umwandlung der grauen in die weiße Form geht langsam vonstatten, während die umgekehrte Reaktion — namentlich unter erhöhtem Druck — schnell verläuft. Im übrigen stellen die Beobachter fest, daß das Auftreten der Zinnpest durch kleine Zusätze von Antimon oder Wismut zum Zinn unterdrückt werden kann.

Es gibt Umwandlungen im festen Zustand, welche erst bei hohen Drucken in die Erscheinung treten; für deren Aufsuchung haben G. Tammann und R. Kohlhaas ein einfaches Verfahren entwickelt und seine Brauchbarkeit an Schwefeleisen, Zinn und Wismut geprüft.

Mit dem Mechanismus der allotropen Umwandlung von Kobalt und von Thallium beschäftigte sich U. Dehlinger; er knüpfte an die Beobachtung von Wassermann an, daß die Umwandlung des hexagonalen in das kubische Kobalt bei gewalzten Blechen stark verzögert oder ganz unterdrückt wird. Dasselbe ist bei feinkörnigen Pulvern der Fall. Die Ursache ist energetischer Natur und kann aus der Thermodynamik bei Einführung der Vergrößerung der Oberflächenenergie abgeleitet werden.

Auf eine allotrope Umwandlung des Zirkons stieß Prof. Vogel-Göttingen. Der Umwandlungspunkt liegt bei 862 ± 5^0. Bei der Überschreitung dieser Temperatur entsteht eine dichtere β-Modifikation.

Die Gestalt von Metallkristallen, welche sich bei hoher Temperatur aus ihren Lösungen abscheiden, betrifft eine Arbeit von G. Tammann und K. L. Dreyer. Sie behandelt die Abrundung der Kristallite, welche sich einstellt, wenn die Oberflächenspannung die Fließfestigkeit übertrifft. Für Kristalle von Kupfer, Silber und Zink wurden die Temperaturen bestimmt, oberhalb deren die Erscheinung einsetzt. Im Zusammenhange mit dem hier behandelten Problem steht eine weitere Untersuchung von G. Tammann und W. Boehme über die Schrumpfungsgeschwindigkeit von Goldlamellen in Abhängigkeit von der Temperatur.

Binäre und ternäre Legierungssysteme und metallurgisch wichtige Stoffpaare sind auch in der Berichtszeit wieder in reicher Zahl untersucht.

Für flüssige binäre Mischungen, z. B. für Kalksilikatschlacken, weist G. Tammann auf die Bedeutung der Viskositätskurven (Abhängigkeit der Viskosität von dem Mischungsverhältnis der Komponenten) hin. In diesen Isothermen treten gelegentlich ausgesprochene Minima auf, aus denen man auf die Existenz bestimmter Verbindungen in der Schmelze Rückschlüsse machen kann.

Obgleich ein grundsätzlicher Unterschied zwischen den Eisen- und den anderen Metallegierungen nicht besteht, empfiehlt es sich denen des Eisens eine Sonderbehandlung zuteil werden zu lassen. Im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung werden von Prof. Wever die systematischen Untersuchungen über die Konstitution binärer und ternärer Legierungen des Eisens weiter fortgeführt. Es handelt sich dabei um die Feststellung der Gefügebestandteile insbesondere des Auftretens intermetallischer Verbindungen der Legierungskomponenten und der die präzise Ausmessung der Gitterstruktur. Es wurden studiert die Systeme Eisen-Chrom und Eisen-Chrom-Nickel, in denen die Verbindung FeCr sichergestellt ist, welche ein ähnlich niedrig symmetrisches Gitter besitzt wie die Verbindungen FeV und CoCr. Auch von dem Silizid FeSi und dem Karbid Fe_3C wurden Strukturanalysen bis zur Aufstellung der Raumgruppe durchgeführt. Für die Dreistoffsysteme Eisen-Aluminium-Silizium und Eisen-Chrom-Molybdän wurde die Lage der Mischkristallphase im Dreieckskoordinatensystem durch eine gegen die Eisenecke konkave Schale abgegrenzt.

Das als Grundlage wichtige Zustandsdiagramm des Systems Eisen-Kohlenstoff wurde von Prof. Körber kritisch überarbeitet und für einige der Gleichgewichtskurven thermodynamische Berechnungen durchgeführt, aus denen man ableiten kann, daß in der Schmelze die Hauptmenge des Kohlenstoffes in der Form von Eisenkarbid gelöst vorliegt.

Die mehrfach erörterte Frage, ob der Graphit aus der Kohlenstoff-Eisen-Schmelze sich primär oder über zerfallenden Zementit sekundär bildet, hat Prof. Hanemann durch Untersuchung der Zerfallszeiten des Zementits nunmehr endgültig dahin entschieden, daß der Graphit als unmittelbares Kristallisationsprodukt zu betrachten ist.

Im Göttinger Institut für physikalische Chemie studierte Prof. R. Vogel mit einer Reihe von Mitarbeitern die ternären Systeme Eisen-Kohlenstoff-Vanadium, Eisen-Nickel-Phosphor, Eisen-Phosphor-Schwefel, Eisen-Schwefel-Kohlenstoff. An diese schlossen sich an Untersuchungen über das System Eisen-Zirkon und Eisen-Kobalt-Kohlenstoff sowie Eisen-Nickel-Phosphor, Eisen-Nickel-Wolfram und das Oxydsystem $FeO-Fe_2O_3$. Das eingehende Studium des ternären Zustanddiagramms Eisen-Nickel-Phosphor im Verein mit anderen Erfahrungen ermöglichte eine viel umfassendere Deutung der Gefügeerscheinungen des Meteoreisens als es früher möglich war. Hierüber

berichtet R. Vogel in den Abhandlungen der Göttinger Gesellschaft der Wissenschaften.

Prof. Sauerwald-Breslau hat seine Untersuchungen über das System Chrom-Kohlenstoff fortgesetzt und festgestellt, daß ein stabiles und ein metastabiles Zustandsdiagramm nebeneinander bestehen, da die stabile Kristallart Cr_4C nur mit geringer Geschwindigkeit gebildet wird. Im Anschluß an diese Studien hat sich Herr Sauerwald auch über die Systeme Eisen-Chrom-Kohlenstoff und Eisen-Silizium-Phosphor orientiert.

Nicht weniger als sechs Veröffentlichungen von H. Hanemann und seinen Mitarbeitern beschäftigen sich mit dem Gefüge des Martensites bzw. den verschiedenen Phasen, welche man unter dem Namen Martensit zusammenfaßt. Die eigentümlichen Umwandlungsvorgänge, welche beim Übergang vom Austenit in den Martensit beobachtet wurden, werden uns Anlaß geben, in einem anderen Zusammenhange auf einen Teil dieser Arbeiten noch einmal zurückzukommen.

Auch einer kleinen historischen Untersuchung Hanemanns sei Erwähnung getan, die sich mit einem in Rheinhausen (Amt Bruchsal) gefundenen eisernen Spitzbarren aus vorrömischer Zeit beschäftigt und dessen Metallographie und Bearbeitungseigenschaften sowie auch den Zweck der Formgebung des Stückes aufklärt.

Das Studium der Nichteisenlegierungen ist ebenfalls nicht vernachlässigt worden. Hier sind zu erwähnen die im Kaiser-Wilhelm-Institut für Metallforschung fortgesetzten Untersuchungen von Prof. O. Bauer und M. Hansen über den Einfluß von dritten Metallen, und zwar dieses Mal des Aluminiums, auf die Konstitution des Messings und die Arbeiten von M. Hansen und B. Blumenthal über die Legierungspaare Aluminium-Kadmium, Aluminium-Blei und Aluminium-Wismut. Aus dem Institut für physikalische Chemie der Techn. Hochschule Stuttgart (Leitung Prof. G. Grube) finden wir Untersuchungen über die Zustandsdiagramme und die elektrische Leitfähigkeit der theoretisch wichtigen Systeme Kupfer-Gold und Gold-Nickel sowie der Legierungen von Schwermetallen mit Lithium. Letztere interessieren wegen ihrer Beziehungen zu den von Prof. Zintl-Freiburg i. B. aufgefundenen, sehr merkwürdigen Legierungen von Schwermetallen mit Alkalimetallen, welche in der letzten Zeit auch in unsere Gemeinschaftsarbeiten einbezogen worden sind.

An der Techn. Hochschule in München widmete sich Prof. v. Schwarz mit seinen Helfern den Systemen Kupfer-Silizium und Aluminium-

Zink, in Aachen arbeitete Prof. Röntgen über Berylliumlegierungen und in Göttingen G. Tammann über solche des Palladiums mit Platin und Rhodium, und deren Fähigkeit zur Aufnahme von Wasserstoff. Die Löslichkeitsgrenzen im System Gold-Silber ermittelte auf röntgenographischem Wege P. Wiest.

Vom Zulegieren radioaktiver Elemente zu Metallen konnte man die Lösung von allerlei Verteilungsfragen erwarten. Aus diesem Grunde unternahm in unserem Arbeitskreise G. Tammann Untersuchungen über die Löslichkeit des Poloniums, mußte aber feststellen, daß es mit keinem der untersuchten Metalle in irgendwie merklicher Weise Lösungen bilden kann. Die Löslichkeit selbst in den ihm im periodischen Systeme nahestehenden Elementen Wismut und Tellur ist nur von der Größenordnung $5{,}10^{-10\,\%}$ bzw. $1{,}10^{-10\,\%}$. Bei den anderen ist sie mindestens um eine Zehnerpotenz geringer.

Das Bleiisotop Thorium B wurde auf seine Veranlassung Stahlschmelzen zugesetzt. Bei der Kristallisation der Eisen-Kohlenstoffmischkristalle wird Thorium B an den Korngrenzen angereichert und kommt an den Kristallitengrenzen zur Ausscheidung, so daß man im Radiogramm die primäre Struktur der Kohlenstoffstähle, welche auf dem Anschliff wegen der perlitischen Umwandlung nicht erkennbar ist, sichtbar machen kann.

Um der Edelmetallindustrie Anhaltspunkte für rationelles Arbeiten zu geben, mußten über ihre Werkstoffe eingehende metallkundliche Untersuchungen unternommen werden. Dieser Aufgabe hat sich das Forschungsinstitut für Edelmetalle in Schwäbisch-Gmünd wie schon in den früheren Jahren unterzogen. Der Leiter des Instituts, Bergrat Moser, und die ihm zugeteilten Forschungsstipendiaten haben ihre Aufmerksamkeit in erster Linie der Aufnahme von Sauerstoff durch Kupfer-Silberlegierungen und der Wirkung der Desoxydationsmittel wie Phosphorkupfer usw. zugewandt. Von den Systemen Ag-Cu-O und Ag-Cu-P wurden die Zustandsdiagramme aufgenommen. So wurde es möglich, die Fehlerquellen für die Verarbeitung des Werksilbers kennen zu lernen und unschädlich zu machen.

Im Interesse der Edelmetallindustrie wurden die gefärbten Goldlegierungen studiert und ebenso Weißgold u. a. Gold-Eisenlegierungen, denen sich schön blaue Anlauffarben erteilen lassen, welche allerdings als Oberflächenfarben mechanisch empfindlich sind. Manganhaltige Weißgolde besitzen namentlich in Gegenwart kleiner Zinn- und Silbermengen vorzügliche Bearbeitungseigenschaften. Um für sie eine wissen-

schaftliche Basis zu besitzen, wurde von Moser und Raub das Zustandsdiagramm für das System Gold-Mangan aufgestellt.

Von physikalischen Sondereigenschaften sind mehrfach die magnetischen untersucht worden an Eisen- und an Nichteisenlegierungen. H. Weber und H. Lange prüften die Temperaturabhängigkeit der magnetischen Größen bei Kobalt-Chrom-Mischkristallen, S. Valentiner und H. Becker den Einfluß von Temperatur und Zusammensetzung auf die Suszeptibilität von Kupfer-Manganlegierungen. Auch das System Mangan-Kupfer-Aluminium aus der Reihe der Heuslerschen Legierungen war Gegenstand der Untersuchungen der beiden genannten Physiker. K. Esser und Ostermann kündigen eine Arbeit über die magnetischen Eigenschaften von Eisen und Eisenlegierungen mit Nickel und mit Kobalt an.

Auch magnetische Verfahren zur Materialprüfung auf Festigkeitsverhältnisse und Verletzungen wurden von H. Weber und A. Otto ausgearbeitet für Kesselrohre und für Draht- insbesondere Förderseile. In eine andere Gruppe von magnetischen Untersuchungen gehören die über den Einfluß magnetischer Felder auf die Alterung des gehärteten Stahles von A. Kußmann und A. J. Wiester.

Zu den großen metallkundlichen Problemen, welche augenblicklich in kräftigster Bearbeitung stehen, gehört das der Umwandlungsvorgänge im festen Zustand. Die Untersuchung konzentriert sich dabei auf ganz bestimmte Systeme, die allmählich zu Paradigmen geworden sind. Hierher gehört das System Kupfer-Gold mit seinen Mischkristallen und den Übergängen in die Verbindungen AuCu und $AuCu_3$, die Ausscheidung der Verbindung Cu_2Al aus an Kupfer übersättigten Einkristallen, die Ausscheidungen im System Kupfer-Silber und die der α-Phase aus β-Messing sowie in der Eisenmetallurgie die Umwandlung Austenit-Martensit-Perlit. In einer zusammenfassenden Abhandlung zeigt U. Dehlinger, daß bei diesen Umwandlungen verschiedene Vorgänge zusammenwirken, Gitteränderungen und diffusionsartige Vorgänge, wobei die Zusammenwirkung durch die Geschwindigkeit der Erhitzung oder Abkühlung oder durch die Korngröße geändert werden kann, so daß in Einkristallen die Erscheinungen andere sind als in polykristallinem Material. Die Verschiedenheit von Gitteränderung und Diffusion bedingt das Auftreten von Zwischenzuständen, zu denen der Martensit und der inhomogene Zwischenzustand bei Gold-Kupfer gehören.

In dieses Kapitel gehören die Untersuchungen von J. Weerts über die Umwandlungsvorgänge im β-Messing und in den β-Silber-Zinkkristallen, die von M. Straumanis und J. Weerts über die Ausscheidung der α-Phase im β-Messing sowie die von J. Weerts und W. Stenzel über die Kinetik der Au-Cu_3-Umwandlung. Die P. Wiestsche Arbeit über die Vergütungsvorgänge bei Silber-Kupfereinkristallen ergab einen grundsätzlichen Unterschied im Verhalten des Ein- und der Vielkristalle hinsichtlich der Löslichkeitsgrenze im Mischkristallgebiet.

Über die Eigentümlichkeiten des Austenitzerfalles und seine Beziehungen zur Theorie der Stahlhärtung arbeitete in Fortsetzung früherer Untersuchungen Prof. Wever in Düsseldorf; er studierte den Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit auf Umwandlungen, Gefüge und Feinbau der Eisen-Kohlenstofflegierungen auf magnetometrischem und dilatometrischem Wege. Bei Chrom-Nickelstählen wurden für die Austenitumwandlung drei Temperaturstufen mit verschiedenen Endzuständen festgestellt: Perlitbildung, Ausscheidung von übersättigtem Ferrit (schnell in Zementit und nahe kohlenstoffreien Ferrit zerfallend) und Martensitbildung.

Die neuen Erkenntnisse führten zu wichtigen praktischen Ergebnissen; aus ihnen ließen sich neuartige Wärmebehandlungsverfahren ableiten, welche zu besonderen Eigenschaften der so behandelten Stähle insbesondere hohe Härte in Verbindung mit großer Zähigkeit führten.

Diese Arbeiten über die Stahlhärtung wurden in wertvoller Weise ergänzt durch kalorimetrische Bestimmung der Anlaßwärmen des gehärteten Stahles, durch planmäßige Untersuchung des Einflusses von Legierungszusätzen, namentlich von Chrom und Mangan, auf die Härtbarkeit und durch systematische Studien über das Abkühlungsvermögen verschiedener Härtemittel und dessen Beziehungen zum Abkühlungsvorgang im Werkstück. Damit ist die Möglichkeit gegeben, für jede Art der Wärmebehandlung das bestgeeignete Härtemittel auszuwählen.

Die Anlaßvorgänge hat auch Prof. R. Hanemann-Charlottenburg zum Gegenstande eingehender metallographischer, röntgenographischer und theoretischer Untersuchungen gemacht. Mit mehreren Mitarbeitern studierte er die Gefügeänderungen des Stahles beim Härten und beim Anlassen, die Vorgänge bei der Ausbildung des Martensitgefüges, die Martensitkristallisation hochgekohlter Stähle und die

Kristallisationsorientierungen im γ-η-Martensit. Überlegungen über Wanderungsart, Perfusion und Diffusion und Wanderungsgeschwindigkeit des Kohlenstoffes im α- und im γ-Eisen werden zur Erklärung der Entstehung und Ausbildungsform von Segregaten in metallischen Mischkristallen herangezogen. H. J. Wiester machte von der Martensitkristallisation Filmaufnahmen, so daß man sich von diesen Umwandlungen jederzeit ein lebendiges Bild zu machen vermag.

Weitere Beiträge zu diesen Umwandlungsproblemen hat Prof. M. v. Schwarz in München geliefert. Diffusion und Entmischung von Mischkristallen, Röntgenographische Beiträge zum Vergütungsproblem, Vergütungsentmischungen an der Zink-Aluminiumlegierung Al_2Zn_3 und Beiträge zum Problem der Stahlhärtung sind die Themata der von ihm veranlaßten Arbeiten.

Eine Reihe von Diffusionsvorgängen untersuchten G. Tammann und W. J. Rocha mit dem Ziele, eine Entscheidung darüber zu treffen, ob bei der Einwirkung der Komponenten des Metallpaares aufeinander intermetallische Verbindungen entstehen oder Mischkristalle. Lineare oder parabolische Abhängigkeit der Verdickung der neuen Kristallart sind die Kriterien.

Schließlich haben wir auch hier noch einmal auf die Arbeiten G. Grubes zurückzukommen, welche durch Berechnung des Fehlordnungsgrades der Verbindungen CuAu, Cu_3Au und MgCd in Abhängigkeit von der Temperatur den Mechanismus der Gitterumwandlung aufklären konnten.

Mehrere Untersuchungen aus dem Stuttgarter Röntgeninstitut (R. Glocker und Mitarbeiter, U. Dehlinger und R. Glocker) beschäftigten sich mit den Tammannschen Resistenzgrenzen experimentell und theoretisch. An Zink-Gold-Einkristallen wurde festgestellt, daß bei geordneter Atomverteilung keine Abhängigkeit der Resistenz von der kristallographischen Richtung des Lösungsangriffes vorhanden ist und bei Gold-Kupfereinkristallen mit ungeordneter Verteilung geprüft, ob die Resistenzgrenze bei Einkristallen eine andere Lage als bei Vielkristallen hat sowie ob die kristallographische Orientierung die Lösungsgeschwindigkeit nach Überschreiten der Resistenzgrenze stark beeinflußt. Ferner wurde gezeigt, daß man in den Beobachtungen von Sauerwald über das Lösungspotential von Guß- und Elektrolyt-

messing keine Widerlegung der Anschauung von der Möglichkeit von Resistenzgrenzen auch bei unregelmäßiger Atomverteilung sehen darf. Die atomistische Theorie der Resistenzgrenzen wird auf eine Aufgabe der Iterationsrechnung zurückgeführt. Es gelingt sowohl für die $^4/_8$ als auch für die $^2/_8$ Molgrenze, die Möglichkeit für ihr Auftreten auch bei regelloser Anordnung der Atome im Gitter nachzuweisen.

Dieser Nachweis bedeutet eine mathematische Widerlegung der Tammanschen Anschauung, daß die Voraussetzung für das Auftreten einer Resistenzgrenze eine geordnete Verteilung der Atome sei.

Das Problem der Resistenzgrenze berührt sich an verschiedenen Punkten mit dem der Korrosion, infolgedessen werden wir im Kapitel D auf diese Frage zurückzukommen haben.

Den Schluß dieses Kapitels möge die Erwähnung einiger Arbeiten bilden, welche technische Fragen der Metallkunde zum Gegenstand haben. Genannt sei die Untersuchung von O. Bauer, P. Vallenbruch und J. Weerts über die Eigenschaften von Monelmetall und ähnlichen Kupfer-Nickel-Legierungen sowie die Münchener Arbeit von E. Fleischmann über Lagerweißmetalle und ihre Prüfung sowie die von P. Sommer über die Prüfung von Leichtkolben-Baustoffen, welche für den Konstrukteur von Maschinen und Motoren nicht ohne Bedeutung sein dürften.

Die metallischen Werkstoffe für den Flugzeug- und Luftschiffbau wurden im Ärodynamischen Institute der Techn. Hochschule Aachen (Prof. Wieselsberger) nach den verschiedensten Richtungen hin einer Prüfung unterzogen. Thermodilatometrische Untersuchungen wurden mit sieben Aluminium-Kupfer- und Aluminium-Silizium-Legierungen für Kolbenguß von Verbrennungskraftmaschinen vorgenommen. Die Härteänderung bei der Alterung von Duralumin untersuchte Franz Vollenrath im Zusammenhang mit dem Vergütungsvorgange in den einzelnen Schichten verschieden dicker Proben. Des weiteren ging man den Ausdehnungserscheinungen der wichtigsten Aluminium- und Magnesiumlegierungen bei tiefen Temperaturen von -190^0 ab nach.

Mit der Einwirkung von Gasen auf Metalle befassen sich mehrere Arbeiten. Wie die Verarbeitbarkeit von technischen Kupfer-Silber-Legierungen durch Sauerstoff beeinträchtigt wird, zeigt E. Raub, Schwäb.-Gmünd und über die Löslichkeit von Gasen in Kupfer berichtet P. Röntgen, Aachen.

———

17243

Abt. C: Über Plastizität, Verformung und zu ihnen in Beziehung stehende Fragen.

Die für die Verwendung und die Bearbeitung der Metalle wichtigen mechanischen Größen behalten stets Bedeutung für den Metallurgen und den Ingenieur und es ist verständlich, daß sich immer wieder Punkte finden, welche der Aufklärung und der Untersuchung bedürfen.

Bei der Untersuchung der elastischen Konstanten von Eisenkristallen fanden E. Schmid und E. Goens eine überraschend starke Anisotropie. Der Elastizitätsmodul in der Raumdiagonalen ist mehr als doppelt so groß als der an der Würfelkante gültige Wert. Die Torsionsmodule stehen im Verhältnis 1 : 2. Diese elastische Anisotropie wurde auch in polykristallinem gewalzten Elektrolyteisenblech festgestellt. Die Unterschiede des Elastizitätsmoduls betrugen in verschiedenen Richtungen bis zu 35%. Die Textur der Bleche und das Verhalten der Einkristalle machen diese Tatsache verständlich.

Auch bei Zinkblechen konnte die Anisotropie zahlreicher Eigenschaften (Festigkeitseigenschaften, Elastizitätsmodul, thermische Ausdehnung, spezifischen Widerstand) aus der vorhandenen Walztextur und den Einkristalleigenschaften erklärt werden. Mit der Zinktextur stimmt die des Kadmiums weitgehend überein. (E. Schmid und G. Wassermann.)

Die Fragen der Kristallplastizität wurden im Kaiser-Wilhelm-Institute für Metallforschung insbesondere von E. Schmid mit einer Reihe von Mitarbeitern behandelt. Mit W. Boas studierte er die Temperaturabhängigkeit der Kristallplastizität, den früheren Untersuchungen an Kadmium, Zink und Magnesium folgten neue am kubischen Aluminium. Außerdem wird berichtet über die plastische Dehnung von α-Eisenkristallen (W. Fahrenhorst), über den Einfluß von Kaltreckung auf die Plastizität bei erhöhten Temperaturen (G. Wassermann), über sprunghafte Translation an Zinkkristallen (M. A. Valouch) und über Strukturumwandlung an Nickel-Eisen und ihren Einfluß auf die Festigkeitseigenschaften.

Aber auch in anderen Forschungsinstituten hat man den Plastizitätsfragen Beachtung geschenkt. In der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt stellten R. Holm und W. Meißner einige Messungen über den Fließdruck von Gold, Blei, Kupfer und anderen Metallen bei tiefen Temperaturen an, im Mineralogischen Institut der Universität Leipzig prüfte Prof. Schiebold die Reußsche Theorie am Zugversuch

mit Nichteisenmetallen, in Charlottenburg T. H. untersuchten K. Hanemann und F. Yamada die Volumänderung des Stahls bei elastischer und plastischer Beanspruchung.

Zu dem Probleme des Dauerbruches nahmen Stellung W. Fahrenhorst und E. Schmid auf Grund von Wechseltorsionsversuchen an Zinkkristallen und U. Dehlinger, welcher Walzbleche aus Kupfer und aus Silber bei der Dauerbeanspruchung in einer Schwingtischmaschine mit Röntgenstrukturaufnahmen fortlaufend untersuchte. Er fand dabei, daß von dem Einsetzen des Dauerbruches die vorher verbreiterten Röntgenlinien scharf werden und daß dann eine deutliche Kornbildung einsetzt. Es treten also wie bei der Rekristallisation die zwei Faktoren 1. Aufhebung der Gitterverhakungen und 2. Kornneubildung auf. Über Dauerschlagbiegeversuche berichtet weiter eine Arbeit von M. Beilholt, welche auf Anregung von Prof. v. Schwarz in München entstanden ist.

Mit Hilfe der durch die Notgemeinschaft zur Verfügung gestellten Sondereinrichtungen des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung wurde die Prüfung der mechanischen Eigenschaften von Stählen bei erhöhten Temperaturen unter langdauernden Belastungen fortgesetzt. Die Ergebnisse der Dauerversuche von 800 Stunden, von Prof. Pomp durchgeführt, stimmten mit den nach einem vom gleichen Bearbeiter entwickelten Kurzverfahren erhaltenen überein.

Bedeutsam ist auch eine umfassende Untersuchung über die Dauerstandfestigkeit von Stählen für Überhitzerrohre; ihre Ergebnisse sind von Interesse für den neuzeitlichen Kesselbau, welcher infolge des Überganges zu immer höheren Betriebsdrucken und Temperaturen an das Material ganz besondere Anforderungen stellt.

Für den Nachweis von innerkristallinen Spannungen bei der Kaltverformung und deren Ausheilung beim Anlassen arbeitete Prof. Wever-Düsseldorf ein röntgenographisches Verfahren aus; die Phänomene wurden systematisch durchuntersucht; dabei stellte sich heraus, daß die Gitterverzerrungen sich bereits bei der Kristallerholung unterhalb der Rekristallisationstemperatur zu einem wesentlichen Teile zurückbilden. G. Tammann und F. Neubert verfolgten die Erholung von der Kaltbearbeitung mit Hilfe der Härtebestimmung und der Bestimmung der Auflösungsgeschwindigkeit der bearbeiteten Metallplättchen. Durch die Kaltbearbeitung wird nämlich die Auflösungs-

geschwindigkeit gewaltig erhöht; sie nimmt aber während der Erholung bis zu dem Werte des weichen Metalles parallel der Härte ab. Nach der Meinung Tammanns beruhen die geschilderten Änderungen auf atomaren Vorgängen. Seine Anschauungen über das Wesen der Rekristallisation hat er in einem Vortrag vor der Deutschen Bunsen-Gesellschaft auf der Wiener Jahresversammlung 1930 zusammengefaßt.

Eine Strukturfrage besonderer Art behandelten W. Boas und E. Schmid, nämlich die der Oberfläche geschliffener Metallkristalle. Auf röntgenographischem Wege ließ sich die Ausbildung zweier Schichten, einer feinkristallinen, dünnen Außenschicht und einer dickeren Schicht verformten Zustandes feststellen, die den Übergang zum Grundkristall bildet.

Die mechanisch-technologische Abteilung des Kaiser-Wilhelm-Institutes für Eisenforschung beschäftigte sich unter Leitung von Prof. Pomp und Prof. Siebel mit dem Formänderungswiderstand und Werkstofffluß beim Walzen und Ziehen. Für die Untersuchung wurden neuartige piezoelektrische Druckmeßdosen verwendet, um die Druckverteilung über die ganze Breite des im Walzspalt liegenden Walzgutes aufzuzeichnen. So wurde es zum ersten Male möglich, die Spannungsverteilung im Walzspalte und die anderen technisch-wichtigen Größen, Einfluß der Stichabnahme und der Stabbreite sowie der Reibung zwischen Walze und Walzgut kennen zu lernen. Diese Erkenntnisse sind für die Technik des Walzens von größtem Werte.

Für den Ziehprozeß wurde der Kraftbedarf beim Ziehen mit Ziehsteinen ermittelt sowie die günstigsten Arbeitsbedingungen hinsichtlich Düsenform, Schmiermittel und Ziehgeschwindigkeit. Für das Ziehen von Stahldrähten mußte auch der Einfluß der Glühbehandlung studiert werden.

Auch an anderen Stellen hat man sich mit diesen Problemen befaßt. In Breslau untersuchte der mittlerweile verstorbene Prof. W. Tafel mit E. Viehweger den Einfluß der Verformungsgeschwindigkeit auf den Formänderungswiderstand und mit W. Knoll die Breitungsfrage beim Walzen mit Hilfe der Spannungsflächenhypothese. Desgleichen berichtet Prof. Hoff-Aachen, daß sich von der Notgemeinschaft zur Verfügung gestellte Kondensatordruckdosen in Verbindung

mit dem Schleifoszillographen von Siemens für die Messung der Größe und des Verlaufes von Walzdrucken gut bewährt und neue Erkenntnisse über den Walzvorgang vermittelt haben.

Über die Verwendbarkeit von Leichtmetallegierungen für den Flugzeugbau, namentlich bei tiefen Temperaturen, stellten im Aerodynamischen Institut der Technischen Hochschule Aachen F. Bollenrath und J. Nemes umfangreiche Versuche an mit dem Ergebnis, daß die genannten Werkstoffe ohne Bedenken bis zu den tiefsten Temperaturen gebraucht werden dürfen.

Als Baumaterial für Flugzeuge werden bestimmte Typen von Metall-Platten und Bleche benutzt, an die hinsichtlich Steifigkeit und Festigkeit bestimmte Anforderungen gestellt werden müssen. Einen Beitrag zur Frage der Schubsteifigkeit und Knickfestigkeit von gelochten dünnen Platten lieferte J. Mathar und eine Untersuchung über Wellblech bei Zugbeanspruchung J. Jennissen.

Prof. Wieselsberger, der Leiter des Institutes, teilt weiter mit, daß es Dr. J. Mathar gelungen sei, ein neues Verfahren zur Ermittlung der Eigenspannungen in Bauteilen und ganzen Konstruktionen auszuarbeiten, über welches im nächsten Jahre zu berichten sein wird.

Abt. D: Chemische Metallurgie.

Die große Mannigfaltigkeit der chemischen Fragen, welche die Metallkunde und die Metallurgie berühren, zwingt uns, den Stoff in eine ganze Anzahl von Gruppen einzuordnen. Es erschien uns zweckmäßig, an den Anfang unseres Berichtes die Untersuchungsergebnisse zu stellen, welche für die Metallographie und Metallkunde von Interesse sind, also noch Beziehungen zu den voranstehenden Kapiteln besitzen. Dahin gehören einmal alle chemisch-analytischen Arbeiten, welche gewissermaßen Hilfsarbeiten darstellen, und zweitens diejenigen, welche das chemische Verhalten der Metalle und Legierungen, ihre Korrosion und das Widerstandsfähigmachen gegen chemische und atmosphärische Angriffe betreffen.

I. Um die Verbesserung, Vereinfachung und Beschleunigung der analytischen Methoden hat sich insbesondere das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung in Düsseldorf verdient gemacht. Dort haben sich G. Thanheiser und P. Dickens der potentiometrischen Maßanalyse angenommen und in einer ganzen Reihe von Arbeiten

geprüft, wie diese Methode in der praktischen Stahlanalyse für die Schnellbestimmung von Vanadium, Chrom und Molybdän neben Eisen nutzbar gemacht werden kann mit dem Erfolge, daß sehr genaue Bestimmungen in sehr kurzer Zeit durchgeführt werden können. Die Vanadiumbestimmung z. B. benötigt nur 8 Minuten. Eine Frage, welche noch immer nicht endgültig geklärt ist, obgleich ihr schon vor Jahren von P. Oberhoffer viel Kraft und Zeit gewidmet wurde, betrifft die Feststellung der besten Methode zur Bestimmung des Sauerstoffs im Stahl. Erneut studierten zu diesem Zwecke in Düsseldorf P. Bardenheuer und J. Schneider, in Aachen O. Meyer und R. J. Castro das durch Entgasung im Vacuum charakterisierte Heißextraktionsverfahren. Auch die Untersuchung über das Verhalten von oxydhaltigem Eisen im Chlorstrom von O. Meyer diente der Prüfung der bedeutsamen analytischen Frage.

Von analytischen Arbeiten, welche die Gruppe der Nichteisenmetalle betreffen, sei eine Untersuchung von Raub über die Richtigstellung des Sulfatgehaltes in Chrombädern für die Herstellung galvanischer Chromüberzüge erwähnt, ferner eine solche von J. Kohlmeyer über die Schlacken der Nichteisenmetalle.

II. Die Angreifbarkeit der Metalle und Legierungen durch chemische Agenzien hat sich von verschiedenen Standpunkten aus behandeln lassen. Schon vor einigen Jahren hatten R. Glauner und R. Glocker festgestellt, daß die Lösungsgeschwindigkeit von Einkristallen von der Natur der Kristallfläche abhängt, welche der Einwirkung der Lösungsmittel ausgesetzt ist. Mittlerweile haben die beiden Forscher ihre mehrjährigen systematischen Untersuchungen über Kupfereinkristalle zum Abschluß gebracht. Sie berichten über das Verhalten von sieben verschiedenen Kristallflächen gegenüber 21 anorganischen und organischen Lösungsmitteln. Die charakteristische Richtungsabhängigkeit für die Löslichkeit in Essigsäure und Wasserstoffsuperoxydzusatz wurde durch ein Modell veranschaulicht. In vielen Lösungsmitteln zeigt die Oktaederfläche die größten, die Würfelfläche die kleinsten Werte. Sie sind gut reproduzierbar bei sehr reinen Ausgangsmaterialien; dagegen können selbst sehr kleine Verunreinigungen des Kupfers von großem Einfluß auf die Größe der Relativwerte der Lösungsgeschwindigkeit als Funktion der Richtung sein.

In der Abteilung B dieses Berichtes haben wir die Frage der Resistenzgrenze von Mischkristallegierungen mit einer edlen und einer

unedlen Komponente bereits berührt. Im Glockerschen Institute in Stuttgart sind nun von L. Graf die oberflächlichen Gefügeveränderungen, welche beim Ätzen von Gold-Kupfer-Legierungen mit verschiedenen Lösungsmitteln entstehen, röntgenographisch untersucht worden. Dabei hat sich ergeben, daß bei den Agentien mit $^4/_8$ Resistenzgrenze auf dem ursprünglichen Gitter stets ein reines Goldgitter unmittelbar aufwächst, während bei den Lösungsmitteln mit $^2/_8$ Mol Grenze ein Deckschichtgitter vorhanden ist, das einen von oben nach unten zunehmenden Kupfergehalt mit stetigem Übergang in die Gitterkonstante des ursprünglichen Mischkristallgitters aufweist. Hieraus lassen sich Schlüsse auf den Mechanismus des Lösungsvorganges ziehen; der spezielle Unterschied der beiden Resistenzgrenzen kann auf eine verschiedene Beweglichkeit der edlen Atome zurückgeführt werden.

R. Glocker und L. Graf haben auch die Frage nach der Abhängigkeit der Tammannschen Resistenzgrenzen von der kristallographischen Richtung beantwortet, und zwar in dem Sinne, daß die in verschiedener Weise mit edlen und unedlen Atomen besetzten Würfel- bzw. Rhombendodekaederebenen eines Gold-Zink-Einkristalles sich als gleich resistent erweisen. Es hat sich aus Koordinationsbetrachtungen allgemein ableiten lassen, daß aus der Resistenz einer beliebigen Kristallfläche die Resistenz auch der übrigen, d. h. die Unabhängigkeit der Resistenzgrenze von der kristallographischen Richtung des Lösungsangriffes folgt.

Rein experimentell ist die Untersuchung von G. Tammann und E. Brauns über das Verhalten von Gold und seinen Legierungen mit Silber und mit Kupfer gegen Salpetersäure und Schwefelsäure. In ihr wird die Resistenzgrenze der Legierungen in Abhängigkeit von Konzentration und Temperatur festgestellt. Mit der Prüfung der Bedingungen, welche für die praktische Goldscheidung von Bedeutung sind, beschäftigte sich im metallhüttenmännischen Institut zu Aachen H. Borchers, auch er hat dabei der Resistenzgrenze Beachtung geschenkt und im übrigen sowohl für die Schwefelsäure- als auch für die Salpetersäurescheidung die Grenzen der Verwendbarkeit festgestellt.

Von der elektrochemischen Seite her werden, wie schon die früheren Berichte zeigten, die Probleme der Metallkorrosion von Prof. Thiel in Marburg behandelt. Mit Privatdozent Dr. Baars bearbeitete er vor allem die Wasserstoffüberspannung bei der Einwirkung von

Säuren auf die Metalle. Auf die Veröffentlichung der Ergebnisse hoffen wir im nächsten Jahre.

Auch an Korrosionsuntersuchungen speziell technischen Charakters hat es nicht gefehlt. E. Berl und H. Henkel berichten über den Einfluß von Laugen und von Salzlösungen auf Kesselbaustoffe, vor allem auf legierte und unlegierte Stäbe sowie über die Beeinflussung der mechanischen Eigenschaften der Baumetalle, wenn sie unter Hochdruckbedingungen der Einwirkung der Lösungen ausgesetzt waren. Mit Ausnahme des widerstandsfähigen Chromnickelstahles zeigten fast alle untersuchten Kesselbaustoffe eine merkliche Herabsetzung der Dehnung. O. Bauer und E. Schichorr prüften die Einwirkung alkoholhaltiger Treibstoffe auf Aluminium und Aluminiumlegierungen.

Natürlich sucht man sich gegen die chemischen und atmosphärischen Angriffe durch geeignete Oberflächenbehandlung zu schützen. Auch auf dieses Gebiet haben sich unsere Gemeinschaftsarbeiten erstreckt. In dem Zeitabschnitt, über den wir zu berichten haben, war das Interesse auf die Erzielung eines anlaufbeständigen Silbers gerichtet. In Schwäbisch-Gmünd haben nun H. Moser, E. Raub und K. W. Fröhlich ein einfaches Verfahren ausgearbeitet, um das Silber gegen Schwärzung durch Schwefel zu schützen. Es gelingt das durch Eintauchen der Silberwaren in eine Chromsäurelösung, dabei entsteht eine unsichtbare Schicht, unter der sich das Metall monatelang blank erhält. Das den Bedürfnissen der Industrie angepaßte Verfahren konnte mit Erfolg auch auf Doublé und galvanisch vergoldete Waren übertragen werden, außerdem hat sich herausgestellt, daß es auch bei Nichtedelmetallen und deren Legierungen (Kupfer, Platinin, Goldin usw.) mit Vorteil verwendet werden kann.

III. Ehe wir zu den Arbeiten aus dem Gebiete der Metallurgie übergehen, ist noch über die kalorimetrischen, thermochemischen und wärmetechnischen Untersuchungen zu berichten, welche einst auf besonderen Wunsch der Industrie angebahnt worden sind, um zuverlässiges Konstantenmaterial zu beschaffen, an dessen Vorhandensein die Metallurgen sowohl des Eisen- als des Metallhüttengebietes großen Wert legten. Die Hauptarbeit auf diesem Gebiete ist von Prof. W. Roth in Braunschweig geleistet worden. Von ihm liegen mehrere zusammenfassende Aufsätze vor, in denen über die Fortschritte der Kalorimetrie und Thermochemie in den letzten Jahren berichtet und die engen Beziehungen zwischen Metallurgie und Thermochemie gezeichnet werden. Unter seiner Leitung und Überwachung sind neuartige Meßinstrumente

ausgebildet und eine große Zahl von Einzelbestimmungen ausgeführt worden. Für unsere Zwecke genügt es wohl, wenn wir den Gegenstand der Hauptarbeiten angeben. W. Kangro und R. Grau berichten über adiabatische Kalorimetrie bei höheren Temperaturen, H. Rieche und R. Grau schufen dafür einen neuen Thermoregulator. In Braunschweig wurde die Thermochemie des Systems Ammoniak-Schwefelsäure und die des Kaliums bearbeitet. Ermittelt und kontrolliert sind die Bildungswärmen von Titanoxyd, von Kobalt II-Oxyd, von Indiumtrioxyd und Germaniumdioxyd, des weiteren vom Metakalziumsilikat (Wollastonit) und von Ferroorthosilikat (Fayalit). Erneut bestimmt wurden die Verbrennungs- und Bildungswärmen von Kohlenoxyd und Methan. Dazu kommen noch Beiträge zur Thermochemie des Schwefeldioxydes und zur physikalischen Chemie des Rheniums.

An dieser Stelle fügen sich am besten auch die im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung durchgeführten Arbeiten über die Strahlungsmessungen an Oxyden und Oxydgemischen ein, bei denen der Einfluß der Korngröße und der Beschaffenheit des Strahlers verfolgt und bei dem Paare Zinkoxyd-Aluminiumoxyd die Reaktion der beiden, welche zum Spinelle führt, festgestellt werden konnte. Das grundsätzlich unterschiedliche Verhalten der Oxyde hinsichtlich ihrer Strahlung führte zu einer Unterscheidung zwischen weißen und farbigen Oxyden (K. Hild).

Die Strahlung ist an der Wärmeübertragung in den Öfen und Speichern wesentlich beteiligt, deshalb ist es notwendig, die Ultrarotstrahlung feuerfester Körper kennenzulernen. Die Bestimmung dieser Größen wurde von B. Wrede für eine Reihe verschiedener Chamottesteine durchgeführt und deren Absorptionsvermögen für etwaige Gesamtstrahlung ermittelt.

Seit Jahren ist K. Rummel in Düsseldorf mit der Gewinnung der experimentellen Unterlagen für eine Berechnung der Wärmespeicher und ähnlicher Apparaturen beschäftigt. In der Berichtszeit ist eine neue Versuchseinrichtung für Glattschachtpackungen fertiggestellt, mit der bemerkenswerte Ergebnisse erzielt werden konnten; sie genügten zu einer eingehenden Untersuchung über den Einfluß aller möglichen Größen auf den Gesamtwärmedurchgang in Regeneratoren. Nun man die Einflüsse kennt, wird man die Apparate um etwa 15% billiger bauen können als bisher.

IV. Die metallurgischen Ausgangsmaterialien, die Erze, sind sowohl nach der lagerstättlichen als auch nach der mineralogischen Seite hin bei unseren Gemeinschaftsarbeiten bewußt berücksichtigt worden. Eine Übersicht über die Forschungsprobleme der deutschen Metallerzlagerstätten mit besonderer Berücksichtigung der darin vorhandenen und verwendeten selteneren Elemente verdanken wir F. Schneiderhöhn in Freiburg i. B. Aus seinen Darlegungen geht hervor, daß wir über viele Lagerstätten Deutschlands, selbst denen, welche früher in lebhaftem Abbau gestanden haben, bedauerlich wenig wissen, und daß es dringend erforderlich wird, sie auf das Vorhandensein namentlich seltener Elemente hin zu untersuchen. Herr Schneiderhöhn hat sich mehrfach über die Systematik der Minerallagerstätten geäußert und Gesichtspunkte entwickelt, welche gestatten, aus der Natur der Lagerstätten auf die mögliche Anwesenheit wertvoller Elemente zu schließen. Er hat aber auch durch seine Schüler bestimmte Elemente durch alle möglichen Sedimentgesteine und sedimentären Lagerstätten hindurch verfolgen, z. B. durch K. Jost eine Studie über die Verbreitung des Vanadiums anstellen lassen. Die Untersuchungen über die Platinmetalle in den Mineralien der südafrikanischen Platinlagerstätten sind nunmehr abgeschlossen und die Ergebnisse in der Festschrift zum 50jährigen Bestehen der Platinfirma Siebert in Hanau von Schneiderhöhn und Moritz veröffentlicht. Den seltenen Elementen in den mitteldeutschen Kalisalzlagerstätten ging Dr. Krüll nach, nachdem die quantitativ-spektralanalytische Durchforschung des Mansfelder Kupferschiefers auf solche von A. Cissarz durchgeführt worden war. Der Vergleich zeigte die qualitative Übereinstimmung von Salzlager und von Kupferschiefer, welche beide der Zechsteinformation angehören; nur waren die Gehalte im Salzlager um ein bis zwei Zehnerpotenzen niedriger als im Kupferschiefer.

Von den mineralogischen Erzuntersuchungen wurden die Versuche zur Synthese verschiedener Mineralien fortgesetzt. Besondere Berichte von F. Krüll liegen vor über die verschiedenen Manganmineralien, deren gegenseitige Beziehungen durch die Bestimmung der Sauerstofftensionen charakterisiert wurden. Eine Reihe von optischen Messungen erstreckten sich auf Antimonglanz und andere rhombische absorbierende Kristalle.

Im Chemischen Institute der Universität Münster setzte J. Klärding die Untersuchungen über die Reduktionscharakteristik der Eisenerze fort, um zu ermitteln, welcher Anteil des Erzes normale und erschwerte

Reduzierbarkeit zeigt. Als Objekte dienten vor allem deutsche Erze von Salzgitter und Siegerländer Spateisenstein.

V. Sehr zahlreich sind die Arbeiten aus dem Gebiete der chemischen Metallurgie. Zum größten Teil handelt es sich dabei um die Früchte der Anregungen, welche von dem Sonderausschuß für die Stahlerzeugung (Ausschuß Stahlbad-Schlacke) im April 1931 gegeben worden sind. Die Vorgeschichte des Ausschusses ist aus der Niederschrift zu entnehmen, welche nach der Sitzung vom 11. April 1931 zu den Akten der Notgemeinschaft gegeben wurde. Das Ziel der Aussprache war, die Mittel und Wege zur Erkenntnis der Gesetze zu finden, welche die Gleichgewichte zwischen dem flüssigen Stahl und der mit ihm in Berührung stehenden flüssigen Schlacke betreffen. Man durfte von einer Förderung dieser Erkenntnis Fortschritte in der Beherrschung der Stahlerzeugungsprozesse und in der Qualität der erzeugten Stähle erwarten. In der Sitzung wurde man sich darüber klar, daß zwei Wege gangbar sind und verfolgt werden müssen.

Der erste Weg besteht in der Auswertung des riesenhaften Materials von Erfahrungstatsachen aus der Praxis, welches in der metallurgischen Weltliteratur niedergelegt worden ist. In dieser Richtung hatte sich Dr. Hermann Schenck, Essen, betätigt, er hatte es wahrscheinlich machen können, daß die Reaktionen zwischen Stahlbad und Schlacke weitgehend durch das einfache Massenwirkungsgesetz beherrscht werden. Der zweite Weg ist der experimentelle, nach der physikalischen und nach der chemischen Seite gerichtete. Vor allem schien der letztere aussichtsvoll.

Das damals aufgestellte Programm hat mit Erfolg und in verhältnismäßig kurzer Zeit durchgeführt werden können; eine ganze Reihe von Forschern und Forschungsinstituten hat sich für die Aufgabe zur Verfügung gestellt. Zunächst war die Frage der Anwendbarkeit des idealen Massenwirkungsgesetzes auch experimentell zu prüfen, welche von F. Sauerwald und W. Hummitzsch als nicht sehr befriedigend dargestellt worden war. Diese Prüfung ist von mehreren Seiten erfolgt, und zwar mit dem gleichen positiven Ergebnis. Die Richtigkeit der aus der Verarbeitung des Beobachtungsmaterials der Praxis gezogenen Schlüsse konnte bestätigt und so ein für die Weitererforschung der metallurgischen Reaktionen notwendiges Fundament geschaffen werden. Prof. F. Körber benutzte für seine Prüfung die Gleichgewichte zwischen Blei-Zink und Blei-Kadmium-Schmelzen und ihren Chloridschlacken, G. Tammann und W. Oelsen die Verteilung von

Mangan zwischen Stahlbad und Schlacke und W. Krings, Aachen, die Gleichgewichte zwischen Schlacke und Metall im Dreistoffsystem Eisen-Phosphor-Sauerstoff. Des weiteren untersuchte F. Körber mit W. Oelsen die Beziehungen zwischen manganhaltigem Eisen und Schlacken, die fast nur aus Eisen- und Manganoxydul bestehen. Diese Arbeit leitet hinüber zu den Desoxydationsuntersuchungen, bei denen die Frage nach der Ausscheidungsfolge der Schlacken oder Desoxydationsprodukte gestellt wird. Eine solche bezieht sich auf den Desoxydationsverlauf bei der Herstellung von Transformatorenstahl (P. Bardenheuer und G. Thanheiser). Praktisch wertvolle Erkenntnisse über den Desoxydationsvorgang, der für die Güte des erzeugten Stahles von besonderer Bedeutung ist, lieferte die Untersuchung von Prof. Körber und G. Thanheiser über den metallurgischen Verlauf des Thomasverfahrens.

Zwei mit den Methoden der Metallographie durchgeführte Untersuchungen über das System Eisen-Sauerstoff orientieren über die gegenseitigen Beziehungen der verschiedenen Eisenoxyde zueinander und zu dem Metalle, die Arbeiten von H. Schenck und E. Hengler sowie die von R. Vogel und E. Martin. Die Kenntnis dieser Verhältnisse ist überall erforderlich, wo es sich in der Eisenmetallurgie um Frisch- und Oxydations- sowie um Desoxydationsvorgänge handelt.

Von Untersuchungen, welche die praktische Eisenmetallurgie betreffen, sei noch die von O. Meyer und W. Eilender über die Verwendung von Methan für die Reduktion von Magnetit und Limonit genannt.

Im Zusammenhange mit der Frage der Hochofenexplosionen studierten Prof. Körber und H. H. Meyer die Reduktion von Eisenoxyden durch Kohlenstoff und Zyankalium bei hohen Temperaturen und stellten die Möglichkeit sehr beträchtlicher Drucksteigerungen fest, wenn nach dem Hängen größere Erzmengen herabstürzen und unten schnell und hoch erhitzt werden.

Im K. W. I. für Eisenforschung sind auch in den beiden letzten Jahren die früher von Prof. Weber begonnenen Arbeiten zur Metallurgie des Hochfrequenzofens planmäßig und mit Erfolg weitergeführt worden. Ein Ergebnis war die Klarstellung der Bedingungen für die Herstellung von Silizium-Aluminiumstählen als Material für Dynamo- und Transformatorenbleche, des weiteren für die Erzeugung von Schnellarbeitsstählen. Im Hochfrequenzofen lassen sich, wenn man seine Eigenheiten richtig ausnutzt, Werkstoffe von

ganz besonderer Güte erzielen. In ihm ist ein wichtiger Apparat namentlich für Edelstahlwerke geschaffen worden. Mehrere Arbeiten beziehen sich auf die Wirkung des Induktionsofens selbst, es konnte dabei festgestellt werden, daß die Reaktionsmöglichkeiten zwischen dem Metall und der Schlacke sowohl bei basischer als bei saurer Auskleidung recht gute sind. Das zeigte sich auch bei Versuchen zur Entschwefelung und Entphosphorung.

Mit der Entfernung des Schwefels aus dem Stahlbade beschäftigte sich auch eine Arbeit von G. Tammann und H. O. v. Samson-Himmelstjerna, bei der zur Überführung des Schwefels in die Schlacke einerseits Oxyde und Karbonate, andererseits metallisches Blei verwendet wurde. Die Entschwefelung durch Blei konnte mit Sicherheit nachgewiesen werden.

Den Phosphatschlacken, in den technischen Thomasschlacken als Düngemittel wichtig, wurde im Kaiser-Wilhelm-Institut in der Berichtszeit Interesse zugewandt, nachdem es gelungen war, in dem Rhodiummetall ein brauchbares und widerstandsfähiges Gerätematerial für Phosphatschmelzen aufzufinden. Die Untersuchung des Dreistoffsystems Kalk-Phosphorsäure-Kieselsäure ist noch nicht abgeschlossen, aber das binäre Teilsystem Kalk-Phosphorsäure ist klargestellt. Es existieren vier Kalkphosphate und zu ihnen kommt als Einwirkungsprodukt von Wasserdampf auf das Tetrakalziumphosphat bei 1050—1100° noch der Hydroxylapatit. Alle diese Phosphate sind thermisch, mikroskopisch und röntgenographisch charakterisiert. Der kristalloptische Teil der Untersuchung wurde von H. Schneiderhöhn ausgeführt. Im ternären Systeme sind mehrere wichtige Phasen festgestellt worden, u. a. der Silicokarnodit, welcher auch in den technischen Schlacken eine Rolle spielt. Des Kleingefüges verschieden vorbehandelter Phosphatschlacken hat sich H. Schneiderhöhn ebenfalls angenommen und seinen Zusammenhang mit der Zitronensäurelöslichkeit zu klären versucht.

Die Arbeiten aus dem Gebiete der Metallurgie der Nichteisenmetalle stehen an Zahl und systematischer Behandlung gegen die des eben behandelten Gebietes weit zurück.

Einige der behandelten Probleme verdienen eingehende Durcharbeitung und Förderung. Dazu gehört das der Gewinnung von Rein-

aluminium aus silikathaltigen Rohstoffen. Wir weisen darauf hin, obgleich abgeschlossene Arbeiten und Veröffentlichungen über diesen Gegenstand noch nicht vorliegen. Dieses Aluminiumproblem ist in Bearbeitung im Metallhüttenmännischen Institut der T. H. Aachen (Prof. Röntgen). Man erstrebt durch Reduktion von unreiner Tonerde mit Kohlenstoff zunächst die Erzeugung unreiner Aluminiumlegierungen mit guter Aluminiumausbeute. Von Eisen und Silizium läßt sich das Aluminium befreien. Man braucht es nur durch Behandlung mit einer zur totalen Umsetzung nicht voll zureichenden Menge von Sauerstoff oder Schwefel in reines Aluminiumoxyd oder Sulfid überzuführen; die genannten Beimengungen bleiben in elementarer Form zurück. Aus dem reinen Oxyd wie aus reinem Sulfid läßt sich nach bekannten Verfahren durch Elektrolyse Reinaluminium herstellen.

Auch X. Sievers und Prof. E. H. Kohlmeyer haben sich mit der metallurgischen Tonerdegewinnung aus kieselsäurehaltigen Rohstoffen beschäftigt. Sie gehen dabei aus von dem Verfahren des Schweden Haglund, welcher Bauxit mit Schwefeleisen und Kohle niederschmolz und dabei neben Eisen eine Schmelze von Aluminiumoxyd mit Aluminiumsulfid von niederem Erstarrungspunkt (1008°) erhielt. Bei der systematischen Untersuchung zeigte sich, daß sich auch das Silizium in Form eines Sulfides verflüchtigen läßt, wenn man das Eisensulfid durch Zinksulfid ersetzt. Das Zink geht als flüchtiges Metall ebenfalls weg, so daß nur Tonerde zurückbleibt und evtl. Eisen.

Ein zweites für Deutschland bedeutsames Problem ist die elektrolytische Zinkgewinnung. Prof. Röntgen ist schon seit mehreren Jahren bemüht, die Einflüsse zu studieren, welche die Gegenwart fremder Metalle auf den Verlauf der Elektrolyse und die Beschaffenheit des abgeschiedenen Zinks haben.

Das Metallhüttenmännische Institut der T. H. Berlin (Prof. Kohlmeyer) war mit dem Studium der Schlacken befaßt, welche für eine Reihe von Hüttenprozessen Bedeutung besitzen. Im Druck erschien eine Untersuchung von G. Sitz über das System Kalk-Eisenoxyd-Kieselsäure. Es berichten J. Kleffner und E. J. Kohlmeyer über den Einfluß der Kieselsäure auf die Dissoziation des Eisenoxydes, während E. J. Kohlmeyer ein Gesamtbild von den Schlacken der Nichteisenmetalle gibt.

Eine zweite Gruppe von Berliner Untersuchungen war dem Verhalten der Metalle, Oxyde und Sulfide bei hohen Temperaturen ge-

widmet. Deren Flüchtigkeit und Zerfallserscheinungen galt eine große Zahl von Betrachtungen, auch ihr Verhalten gegen Sauerstoff wurde dabei berücksichtigt. Eine Arbeit befaßte sich mit dem Verschlacken des Silbers in Gegenwart von Oxyden bei höheren Temperaturen; sie führte zu ähnlichen Ergebnissen, wie sie früher in Münster von Dr. Brinckmann erhalten worden waren. Die Aufzählung der einzelnen Berichte findet sich in der Literaturzusammenstellung.

Im Zusammenhange mit den Verdampfungsversuchen steht eine kleine Arbeit J. Westermanns, welche die Deutung der Metallverflüchtigungsprozesse, insbesondere den Vorgang des Bleitreibens und das Verblasen im Konverter betrifft.

VI. Die genannten Untersuchungen greifen nun schon über in das Gebiet der physikalischen Chemie der Reaktionen, welches namentlich im Chemischen Institut der Universität Münster unter Leitung von R. Schenck bearbeitet wurde. Dort wurde versucht, durch die Messung von Gasgleichgewichten bei höheren Temperaturen einen tieferen Einblick in die Beziehungen der Metalle zu ihren Verbindungen zu erlangen. Ziemlich abgeschlossen sind die Untersuchungen über die Reduktions-, Oxydations- und Kohlungserscheinungen beim Eisen. Bis jetzt sind 12 z. T. recht umfangreiche Abhandlungen darüber erschienen. In der Berichtszeit wurde untersucht das System Wismut-Schwefel-Sauerstoff unter einer Schwefeldioxydatmosphäre und weiter die Systeme (Kalzium-Strontium-Barium)-Schwefel-Sauerstoff, bei denen neben Schwefeldioxyd auch Schwefeldampf auftritt.

Eine Reihe von Veröffentlichungen beziehen sich auf die Aktivierung der Metalle und der Metalloxyde durch beständige Fremdoxyde. Studiert wurde der Einfluß von Verteilungsgrad, Gittertyp, Gitterkonstante und Polarisation des Zusatzes. Bei der Zementierung in indifferenten Oxyden verteilter Metalle durch Methan bewirkte die Verteilung eine Erschwerung der Karbidbildung, sobald das Karbid mehrere Metallatome im Moleküle aufweist. Bei Karbiden mit dem Verhältnis Metall : Kohlenstoff wie 1 : 1 verläuft die Zementierung vollständig.

Die Zementation mit Methan im isothermen Aufbau läßt sich vorzüglich benutzen, um die Beständigkeitsverhältnisse der Karbide und ihre Zusammensetzung in Temperaturgebieten kennen zu lernen, in denen die thermische Analyse versagt.

Abt. E: Über feuerfeste Materialien.

Von Anfang an hat der Ausschuß für Metallforschung die Bestrebungen, keramische Massen von hoher thermischer und chemischer Widerstandsfähigkeit für metallurgisches Gerät zu erzielen, tatkräftig unterstützt. Die Bemühungen sind von Erfolg gekrönt gewesen und wir haben jetzt im Sinterkorund und im gesinterten Berylliumoxyd Materialien für die Hochtemperaturforschung zur Verfügung, welche in der Tat sehr weitgehenden Ansprüchen genügen.

An dieser Entwicklung ist Prof. Salmang (Institut für Gesteinshüttenkunde, Aachen) maßgebend beteiligt gewesen. Nunmehr ist es so weit, daß Vorschriften für die Anfertigung hochfeuerfester schlackenbeständiger Gefäße gegeben werden können, wobei auf streng definierte Temperatur und den Wasserdampfgehalt der Luft beim Brennen geachtet werden muß, wenn man Fehlschläge vermeiden will.

Von H. Salmang und J. Kaltenbach liegt eine neue Veröffentlichung über die Verschlackung feuerfester Stoffe vor und eine weitere von H. Salmang über die pyrochemische Reihe der Oxyde, in der er die verschiedenen Oxyde nach der Intensität ihres basischen bzw. sauren Charakters ordnet. In den eisenhaltigen Schlacken stehen häufig beide Oxydationsstufen miteinander im Gleichgewicht, welches von der chemischen Zusammensetzung und der Temperatur bei oxydierender Atmosphäre abhängig ist. Diese Abhängigkeit wurde in Aachen untersucht.

Einen Beitrag zur Kenntnis des Kaolins lieferten R. Schwarz und W. Klös, welche die Vorgänge beim allmählichen Erhitzen von Kaolin von 20 auf 1000° dilatometrisch verfolgten.

Dem elektrischen Leitvermögen der kristallisierten und glasigen Silikate des einfachen Systems $Na_2O - SiO_2$ galt eine zweite Arbeit von R. Schwarz und J. Halberstadt; sie versuchten zu prüfen, wie weit die elektrische Leitfähigkeit als Hilfsmittel bei der Aufstellung der Zustandsdiagramme der Silikate herangezogen werden kann.

Die elektrische Leitfähigkeit hochfeuerfester Oxyde wird von Bedeutung, wenn man sie als Widerstandsmaterial in elektrischen Öfen verwenden will. Aus diesem Grunde veranlaßte Geheimrat Schiffner Herrn Simon, eine Reihe von hochschmelzenden Oxyden und Oxydgemischen zu untersuchen und namentlich das Zirkonoxyd auf seine Verwendbarkeit als Widerstand im elektrischen Ofen zu prüfen. Eine solche Verwendung erscheint durchaus möglich.

Der Bericht ist umfangreich; noch wesentlich länger würde er geworden sein, wenn wir auch die noch nicht veröffentlichten und die noch nicht abgeschlossenen sowie die eben begonnenen Arbeiten in ihn aufgenommen hätten. Trotz dieser Lücke ist bei Heranziehung der früheren Jahresberichte deutlich zu sehen, daß sich hier, dank der Pflege der Notgemeinschaft, ein Forschungsgebiet in kräftigster Entwicklung befindet und daß der Ertrag reich ist, wenn wir ihn mit den aufgewendeten Mitteln vergleichen. Gestützt auf den Reichtum der Ergebnisse, von dem wir voraussehen, daß die nationale Wirtschaft aus ihm Nutzen ziehen wird, möchten wir empfehlen und bitten, daß der Metallforschung auch in Zukunft die pflegende Hand der Notgemeinschaft nicht entzogen werde.

Verzeichnis der im Jahre 1931 im Rahmen der Metallforschung unterstützten und veröffentlichten Arbeiten

Abt. A: Über das Wesen des metallischen Zustandes.

1. E. Vogt, Marburg: Zur Kenntnis der Atomzustände im Metallgitter auf Grund magnetischer Messungen. Zt. f. Elektroch. **37**, 1931, S. 460.
2. R. Holm, Berlin: Vorläufige Mitteilung über Metallkontakte mit sehr dünner Fremdschicht. Im wesentlichen nach Messungen von W. Meißner und dem Verfasser. Zt. f. techn. Physik **12**, 663, 1931.
3. R. Holm, Berlin: Zur Theorie der ruhenden, metallischen Kontakte mit und ohne Fremdschicht. Wiss. Veröffentl. a. d. Siemens-Konzern **10**, Heft 4 (1931) 1.
4. W. Meißner, Berlin: Der Stand der Forschung über die Supraleitfähigkeit. (Nach einem Vortrag in der gemeinsamen Sitzung der Deutschen Gesellschaft für technische Physik und der Berliner Physikalischen Gesellschaft am 13. 2. 1931.) Metallwirtschaft X, Nr. 15 u. 16, S. 289 u. 310, 1931.

Abt. B: Das Gefüge und die physikalischen Eigenschaften der Metalle und Legierungen.

5. Fr. Bollenrath, Aachen: Die zeitliche und örtliche Änderung der Härte bei der Alterung von Duralumin. Abhand. a. d. Arodynamischen Inst. an der Techn. Hochsch. Aachen, Heft 10, S. 4.
6. Fr. Bollenrath und Joan Nemes, Aachen: Über das Verhalten verschiedener Leichtmetalle in der Kälte. Metallwirtschaft X, 1931, S. 609.
7. G. Grube, G. Schönmann, F. Vaupel und W. Weber, Stuttgart: Das Zustandsdiagramm der Kupfer-Gold-Legierungen. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **201**, 1931, 41.
8. G. Grube und F. Vaupel, Stuttgart: Die elektrische Leitfähigkeit der Gold-Nickel-Legierung. Zt. f. phys. Chem. Bodenstein-Festbd. 1931, S. 187.
9. H. Hanemann, Berlin: Über den Kohlenstoffgehalt in der γ-Phase. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 4, 1931/32, S. 485.
10. H. Hanemann, Berlin: Über die Graphitbildung im Gußeisen. Stahl u. Eisen, 51, 1931, S. 966.
11. H. Hanemann, Berlin: Untersuchung eines eisernen Spitzbarrens aus der vorrömischen Zeit. Praehistor. Zt. 81, 1931, S. 271.
12. H. Hanemann und A. Schrader, Berlin: Die Ätzung mit alkalischer Natriumpikratlösung und ihre Anwendung zur Erforschung der Anlaßvorgänge im gehärteten Stahl. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 4, 1930/31, 775.
13. H. Hanemann, K. Herrmann, U. Hofmann u. A. Schrader, Berlin: Über die Vorgänge bei der Ausbildung des Matensitgefüges. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 4, 1930/31, S. 479.
14. H. Hanemann und O. Schröder, Berlin: Über die Entstehung und Ausbildungsform von Segrigaten in metallischen Mischkristallen. Zt. f. Metallkunde 23. Jahrg. 1931, S. 269.

15. M. Hansen und B. Blumenthal, Berlin-Dahlem: Zur Kenntnis der Zweistoffsysteme des Aluminiums mit Kadmium, Blei und Wismut, Metallwirtschaft X, 1931, S. 925/27.

16. H. Moser und K. W. Fröhlich, Schw.-Gmünd: Über Schmelz- und Erstarrungsvorgänge sauerstoffhaltiger Silber-Kupfer-Legierungen. Metallwirtschaft, 10. Jahrg. 1931, Bd. 27 S. 533.

17. H. Moser und E. Raub, Schw. Gmünd: Die Oberflächenveredelung von Silberwaren; Korrosion und Metallschutz, 7. Jahrg. 1931, Nr. 6, S. 134.

18. R. Ochsenfeld, Marburg: Das Auftreten des Ferromagnetismus im System Mangan-Stickstoff. Ann. d. Chem. 1931, S. 1.

19. E. Raub, Schw.-Gmünd: Der Einfluß des Sauerstoffs auf die Verarbeitbarkeit der techn. Silber-Kupfer-Legierungen. Metallwirtschaft, 10. Jahrg. 1931, Heft 40, S. 769.

20. G. Tammann, Göttingen: Zur molekularen Zusammensetzung flüssiger binärer Mischungen. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **199**, 1931, 117.

21. G. Tammann und H. J. Rocha, Göttingen: Die Diffusion zweier Metalle ineinander unter Bildung intermetallischer Verbindungen. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **199**, 1931, S. 291.

22. G. Tammann und K. L. Dreyer, Göttingen: Über die Umwandlung von weißem in graues Zinn. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. 199, 1931, S. 97.

23. G. Tammann und R. Kohlhaas, Göttingen: Über ein Verfahren zum Aufsuchen von Umwandlung kristallisierter Stoffe bei hohen Drucken. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **199**, 1931, 209.

24. M. Straumanis und J. Weerts, Berlin-Dahlem: Über die β-Umwandlung in Kupfer-Zink- und Silber-Zinklegierungen I. Metallwirtschaft X, Nr. 49, 1931, S. 919.

25. R. Vogel und W. Tonn, Göttingen: Über einen Umwandlungspunkt des Zirkons. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **202**, 1931, 292.

26. R. Vogel, Göttingen: Legierungen. Handw. Buch d. Naturw. VI. Bd.

27. R. Vogel und E. Martin, Göttingen: Über das ternäre System Eisen-Kohlenstoff-Vanadin. Arch. f. d. Eisenhüttenw. IV, 1931, Heft 10, S. 487/95.

28. R. Vogel und H. Bauer, Göttingen: Über das ternäre System Eisen-Nickel-Phosphor. Arch. f. d. Eisenhüttenw. V, 1931/32, Heft 5, S. 269/78.

29. R. Vogel und O. de Fries, Göttingen: Das ternäre System Eisen-Phosphor-Schwefel. Arch. f. d. Eisenhüttenw. IV, 1931, Heft 12, S. 613/20.

30. R. Vogel und G. Ritzau, Göttingen: Über das ternäre System Eisen-Schwefel-Kohlenstoff. Arch. f. d. Eisenhüttenw. IV, 1930/31, Heft 11, S. 549/56.

31. F. Wever, Düsseldorf: Über den Einfluß von Legierungselementen auf die polymorphen Umwandlungen des Eisens. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenforschung, Düsseldorf, Bd. 13, Lief. 14.

32. F. Wever, Düsseldorf: Zur Systematik der Eisenlegierungen. Ergebn. d. Techn. Röntgenkunde, Bd. 2, S. 240.

33. F. Wever und W. Jellinghaus, Düsseldorf: Zur Kenntnis des Zweistoffsystems Eisen-Chrom. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenf., Düsseldorf, Bd. 13, Lief. 10.

34. F. Wever und W. Jellinghaus, Düsseldorf: Das Dreistoffsystem Eisen-Chrom-Nickel. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenf., Düsseldorf, Bd. 13, Lief. 6.

35. F. Wever und A. Heinzel, Düsseldorf: Zwei Beispiele von Dreistoffsystemen des Eisens mit geschlossenem γ-Raum. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenf., Düsseldorf, Bd. 13, Lief. 16.
36. F. Wever und H. Lange, Düsseldorf: Die Temperaturabhängigkeit der magnetischen Eigenschaften bei den Kobalt-Chrom-Mischkristallen. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenf., Düsseldorf, Bd. 12, Lief. 22.
37. F. Wever und A. Otto, Düsseldorf: Über ein magnetisches Verfahren zur Prüfung von Kesselrohren. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenf., Düsseldorf, Bd. 12, Lief. 24.
38. F. Wever und A. Otto, Düsseldorf: Über ein magnetisches Verfahren zur Prüfung von Drahtseilen, insbesondere von Förderseilen. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenf., Düsseldorf, Bd. 12, Lief. 24.
39. B. Wrede, Düsseldorf: Über die ultrarot-Strahlung feuerfester Körper. Mitt. a. d K. W. J. f. Eisenf., Düsseldorf, Bd. 13, Lief. 9.

Abt. C: Über Plastizität, Verformung und zu ihnen in Beziehung stehende Fragen.

40. W. Boas und E. Schmid, Berlin-Dahlem: Über die Temperaturabhängigkeit der Kristallplastizität. Zt. f. Phys. 71, 1931, 703.
41. E. Goens und E. Schmid, Berlin: Über die elastische Anisotropie des Eisens. Naturw. 1931, 19. Jahrg., S. 520.
42. H. Hanemann, Berlin und R. Yamada: Über die Volumänderung des Stahles bei elastischer und bildsamer Beanspruchung. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 4, 1930/31, S. 353.
43. J. Mathar, Aachen: Beitrag zur Schubsteifigkeit und Knickfestigkeit von gelochten dünnen Platten. Abhandl. aus d. Aerodynamischen Inst. an der Techn. Hochsch. Aachen, Heft 10, S. 4.
44. H. Röhl, Marburg: Das Auftreten des Ferromagnetismus im System Mangan-Stickstoff. Ann. d. Chem. 1931, S. 1.
45. E. Schmid und G. Wassermann, Berlin-Dahlem: Über die Walztextur von Kadmium. Metallwirtschaft 10, 1931, S. 735.
46. E. Schmid und G. Wassermann, Berlin-Dahlem: Über die Anisotropie von Zinkblechen. Zt. f. Metallk., 23. Jahrg. 1931, S. 87.
47. E. Siebel und A. Pomp, Düsseldorf: Nutzarbeit und Verlustarbeit beim Walzen. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenf., Düsseldorf, Bd. 12, 1930, Lief. 11.
48. W. Tafel und E. Viehweger, Breslau: Einfluß der Verformungsgeschwindigkeit auf den Formänderungswiderstand. Zt. des Vereins Deutsch. Ing. Bd. 75, 1931, S. 1479.
49. W. Tafel und W. Knoll, Breslau: Die Klärung der Breitungsfrage beim Walzen mit Hilfe der Spannungsflächenhypothese. Metallwirtschaft, 10. Jahrg. 1931, 799.
50. G. Tammann, Göttingen: Die Rekristallisation. Zt. f. Elektrochem. 1931, Bd. 37, S. 429.
51. G. Tammann, Göttingen: The Determination of Chrystallite Orientation. Journ. of the Inst. of Metals, Vol. XLIV, Nr. 2, 1930.
52. E. Voigt und W. Lueg, Düsseldorf: Eine Vorrichtung zur Druckmessung an Walzwerken. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenf., Düsseldorf, Bd. 12, Lief. 11.

Abtl. D: Chemische Metallurgie.

53. P. Bardenheuer und J. Schneider, Düsseldorf: Beitrag zur Sauerstoffbestimmung im Stahl durch Heißextraktion. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. 13, Lief. 19.
54. A. Cissarz, Freiburg: Optische Messungen an rhombischen absorbierenden Kristallen. Fortschritte der Mineralogie, Kristallographie und Petrographie, 16. Jahrg. 1931, S. 52.
55. A. Cissarz, Freiburg: Beiträge zur Kenntnis der komplexen Indikatrix von Antimonglanz. Zt. f. Kristallogr. Bd. 78, 1931, S. 445.
56. A. Cissarz, Freiburg: Optische Messungen an Antimonglanz. Neues Jahrb. f. Mineralogie usw., Beilagebd. 64, Abt. A, 1931, S. 137.
57. W. Eilender und O. Meyer, Aachen: Über die Nitrierung von Eisen und Eisenlegierungen I, Arch. f. d. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) Heft 7, S. 345/52.
58. J. Feiser, Berlin: Molybdändioxyd. Metall und Erz **28**, 1931, Heft 12, S. 297.
59. W. Hessenbruch, Düsseldorf: Zur Kenntnis des Hochfrequenzinduktionsofens. IV, Weitere Beiträge zur Metallurgie des eisenlosen Induktionsofens. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenf. Düsseldorf, Bd. 13, Lief. 13.
60. W. Kangro und R. Grau, Braunschweig: Über adiabatische Kalorimetrie bei höheren Temperaturen. Zt. f. phys. Chem., Bodenstein-Festbd. 1931, S. 85.
61. Fr. Körber, Düsseldorf: Untersuchungen über das Verhalten des Methans bei der Stahlerzeugung. Stahl u. Eisen 52, 1932, Heft 6, 133/45.
62. E. J. Kohlmeyer und J. Westermann, Berlin: Über die Einwirkung von Oxyden auf Platin bei hohen Temperaturen. Festschrift d. Platinschmelze G. Siebert GmbH., Hanau 1931.
63. E. J. Kohlmeyer und G. Sitz, Berlin: Über Kalk-Eisen-Silikatschlacken. Congrès International des Mines.
64. O. Meyer, Aachen und R. Hobrock, Chicago: Über die Nitrierung von Eisen und Eisenlegierungen. II. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 5 (1931/32) Heft 5, S. 251/60.
65. O. Meyer und W. Eilender, Aachen: Die Reduktion von Magnetit und Limonit mit Methan. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) Heft 8, S. 357/60.
66. H. Rieche und R. Grau, Braunschweig: Ein neuer Thermoregulator für den Betrieb von adiabatischen Kalorimetern. Zt. f. techn. Phys., 12. Jahrg. 1931, S. 285.
67. W. A. Roth, Braunschweig: Ordnungszahl und Bildungswärme. Naturw. 1931, 19. Jahrg., S. 860.
68. W. A. Roth und H. Zeumer, Braunschweig: Beiträge zur Thermochemie des Systems Ammoniak-Schwefelsäure. Zt. f. angew. Chem. 44, 1931, S. 559.
69. W. A. Roth und G. Becker, Braunschweig: Die Bildungswärme von Titandioxyd. Zt. f. phys. Chem. Bodenstein-Festbd. 1931, S. 55.
70. W. A. Roth und H. Havekoß, Braunschweig: Die Bildungswärme von Kobalt-II-oxyd. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **195**, 1931, 239.
71. K. Rummel, Düsseldorf: Die Berechnung der Wärmespeicher. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) Heft 8, S. 367/74.
72. K. Rummel, Düsseldorf: The Calculation of the Thermal Characteristics of Regenerators. The Melchett Lecture 1931.
73. R. Schenck, F. Kurzen und H. Wesselkock, Münster: Carbidstudien mit der Methanaufbaumethode. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **203**, 1932, S. 159.

74. X. Sievers und E. J. Kohlmeyer, Charlottenburg: Über das Verhalten von Tonerde und Kieselsäure gegen Metallsulfide hinsichtlich der metallurgischen Tonerdegewinnung aus kieselsäurehaltigen Rohstoffen. Arch. f. Erzbergbau, I. Bd., Nr. 2/3, S. 1.
75. H. Schneiderhöhn, Freiburg: Weitere Untersuchungen über das Kleingefüge verschieden vorbehandelter Phosphatschlacken und seinen Zusammenhang mit der Zitronensäurelöslichkeit. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenf., Düsseldorf, Bd. 13, 1931, S. 109.
76. H. Schneiderhöhn und H. Moritz, Freiburg: Spektrographische Untersuchungen über die Verteilung der Platinmetalle in den Mineralien der südafrikanischen Platinlagerstätten. Sonderdruck aus der Festschrift der Platinschmelze G. Siebert GmbH., Hanau 1931.
77. G. Tammann, Göttingen: Physikalisch-chemische Unterlagen zur Beurteilung der Beziehungen zwischen Stahlbad und Schlacke. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 5, 1931/32, S. 171.
78. G. Tammann und E. Brauns, Göttingen: Das Verhalten von Gold und seinen Legierungen mit Silber und Kupfer gegen Salpetersäure und Schwefelsäure. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. Bd. 200, 1931, S. 209.
79. G. Tammann und W. Oelsen, Göttingen: Die Verteilung der Eisenbegleiter zwischen Stahlbad und Schlacke bei der Stahlerzeugung. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 5, 1931/32, S. 75.
80. G. Thanheiser und P. Dickens, Düsseldorf: Die Anwendung der potentiometrischen Maßanalyse im Eisenhüttenlaboratorium II. Eine allgemein anwendbare Schnellbestimmung des Vanadins. Mitt. a. d. K. W. J. f. Eisenforsch. Düsseldorf, Bd. 13, Lief. 15.
81. J. Westermann, Berlin: Versuche zur Berechnung der Verbrennungstemperatur einiger Metalle. Metall u. Erz **27**, 1930, Heft 23.
82. J. Westermann, Berlin: Beitrag zur Deutung der Metallverflüchtigungsprozesse. Metall u. Erz, Bd. 28, 1931, Heft 9, S. 214.

Abt. E: Über feuerfeste Materialien.

83. G. Simon, Freiberg: Untersuchungen über den spez. Widerstand einiger hochfeuerfester Erdoxyde bei hohen Temperaturen unter besonderer Berücksichtigung ihrer Verwendbarkeit als Widerstandsmaterial im elektrischen Ofen. Diss. 1930, Sächs. Bergakademie Freiberg.
84. H. Salmang und J. Kaltenbach, Aachen: Untersuchungen über die Verschlackung feuerfester Stoffe VI. Untersuchungen über die Korrosionskraft und die Konstitution der Metallhüttenschlacken. Feuerfest Heft 11, 7. Jahrg. 1931.
85. H. Salmang, Aachen: Die pyrochemische Reihe der Oxyde. Zt. f. angew. Chem. 44. Jahrg. 1931, Nr. 46.
86. R. Schwarz und J. Halberstadt, Frankfurt: Das elektrische Leitvermögen kristallisierter und glasiger Silikate aus dem System $Na_2O—SiO_2$. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **199**, 1931, 33.
87. R. Schwarz und W. Klös, Frankfurt: Beitrag zur Kenntnis des Kaolins. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **196**, 1931, 213.

Verzeichnis der im Jahre 1932 im Rahmen der Metallforschung unterstützten und veröffentlichten Arbeiten

Abt. A: Über das Wesen des metallischen Zustandes.

1. U. Dehlinger, Stuttgart: Elektronenaufbau und Eigenschaften der Metalle. Zt. f. Elektroch. 1932, Nr. 3.
2. E. Goens und E. Grüneisen, Marburg: Elektrizitäts- und Wärmeleitung in Zink- und Kadmiumkristallen. Ann. d. Physik, 5. Folge, Bd. 14, 1932.
3. R. Holm und W. Meißner, Berlin: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium XIII. Kontaktwiderstand zwischen Supraleitern und Nichtsupraleitern. Zt. f. Physik **74**, 1932, 715.
4. W. Meißner, H. Franz und H. Westerhoff: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium XV. Widerstand von Barium, Indium, Thallium, Graphit und Titan in tiefen Temperaturen. Ann. d. Physik (5) **13**, 1932, 555.
5. W. Meißner, H. Franz und H. Westerhoff: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium XVI. Untersuchungen über die Supraleitfähigkeit von Karbiden, Nitriden, Boriden und Siliziden. Zt. f. Physik **75**, 1932, 521.
6. W. Meißner: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium XVII. Widerstand von Blei im Magnetfeld unterhalb der Sprungtemperatur. Ann. d. Physik (5) **13**, 1932, 641.
7. W. Meißner und K. Steiner: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium XVIII. Über das Verhalten von supraleitendem Zinn beim Auftreffen langsamer Elektronen. Zt. d. Physik **76**, 1932, 201.
8. W. Meißner, H. Franz und H. Westerhoff: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium XIX. Untersuchung der Legierungsreihen Pb—Tl und Pb—Bi in bezug auf Supraleitfähigkeit. Ann. d. Physik (5) **13**, 1932, 967.
9. W. Meißner: Das Verhalten der Stoffe bei Abkühlung bis zu tiefsten Temperaturen. Zt. f. ges. Kälte-Industrie **39**, 1932, 104.
10. W. Meißner: Supraleitfähigkeit. Ergebnisse der exakten Naturwissenschaften, Bd. XI, S. 219, 1932.
11. W. Meißner, H. Franz und H. Westerhoff, Berlin: Messungen mit Hilfe von flüssigem Helium XIV. Systematische Untersuchung einiger Legierungsreihen in bezug auf Supraleitfähigkeit. Ann. d. Physik 5, **13**, 1932, 505.
12. E. Vogt, Marburg: Zum Dia- und Paramagnetismus der Metalle. Physikal. Zt., 33. Jahrg., 1932, Heft 22.
13. K. Mendelssohn und J. O. Closs, Breslau: Kalorimetrische Untersuchungen im Temperaturgebiet des flüssigen Heliums. Zt. f. physik. Chem. Abt. B, Bd. 19, 1932, S. 291.
14. K. Mendelssohn und Fr. Simon, Breslau: Über den Energieinhalt des Bleies in der Nähe des Sprungpunktes der Supraleitfähigkeit. Zt. f. physik. Chem. Abt. B. Bd. 16, 1932, S. 72.

Abt. B: Das Gefüge und die physikalischen Eigenschaften der Metalle und Legierungen.

15. O. Bauer und M. Hansen, Berlin-Dahlem: Der Einfluß von dritten Metallen auf die Konstitution der Messinglegierungen. IV. Der Einfluß von Aluminium. Zt. f. Metallkunde 1932, Heft 1.
16. H. Borchers, Aachen: Resistenzgrenze — Goldscheidung. Metall u. Erz 1932, Heft 18.
17. O. Bauer, J. Weerts und O. Vollenbruck: Die Eigenschaften von Monel-Metall und ähnlichen Kupfer-Nickellegierungen. Metallwirtschaft XI, Heft 47/48, 1932, S. 1.
18. U. Dehlinger und P. Wiest, Stuttgart: Hängt die Änderung der Gitterkonstante bei Mischkristallbildung von der Korngröße ab? Metallwirtsch. XII, Nr. 1, 1932.
19. U. Dehlinger, Stuttgart: Über Umwandlungen von festen Metallphasen. IV. Kinetische Kurven eines Ausscheidungsvorgangs. Zt. f. Physik, 79. Bd., S. 550, 1932.
20. U. Dehlinger und R. Glocker, Stuttgart: Über die Existenz von Resistenzgrenzen bei Mischkristallen mit ungeordneter Atomverteilung II. Ann. d. Physik, 5. Folge, Bd. 16, 1933, S. 100.
21. U. Dehlinger, Stuttgart: Über Umwandlungen von festen Metallphasen. III. Kinetik auf atomistischer Grundlage. Zt. f. Physik, 74. Bd., 1932, S. 267.
22. U. Dehlinger, Stuttgart: Über den Mechanismus der allotropen Umwandlung von Kobalt und Thallium. Metallwirtschaft XI, Heft 16, S. 223—225, 1932.
23. U. Dehlinger, Stuttgart: Die Ursachen der Linienverbreiterung bei Pulver- und Drehkristallaufnahmen mit Röntgenstrahlen. Zt. f. Metallkunde, 1931, Heft 5.
24. J. Eggert und E. Schiebold, Leipzig: Neuere Röntgentechnik. Ergebnisse der technischen Röntgenkunde, Bd. III, 1933.
25. E. Friemann und F. Sauerwald, Breslau, mit einer Ergänzung von A. Wintrich: Über Mehrstoffsysteme mit Eisen IV. Das System Cr—C (und Fe—Cr—C). Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **203** (1931) 64.
26. R. Glocker: Gitterbindungskräfte und Röntgenspektrum. Naturwissenschaften, 1933, 21. Jahrg., S. 27.
27. R. Glocker: Röntgenspektrum und Gitterbindungskräfte. Physikal. Zt., 33. Jahrg., 1932, Heft 24, S. 963—967.
28. R. Glocker und L. Graf: Zur Frage der Abhängigkeit der Tammannschen Resistenzgrenzen von der kristallographischen Richtung. Metallwirtschaft XI, Heft 16, 1932, S. 226—227.
29. L. Graf, Berlin: Die Umwandlungen im System Gold—Kupfer und ihre grundsätzliche Bedeutung für die Umwandlungen fester Metallphasen. Zt. f. Metallkunde, 1932, Heft 10, S. 248.
30. G. Grube, H. Voßkühler und H. Vogt, Stuttgart: Elektrische Leitfähigkeit und Zustandsdiagramm bei binären Legierungen. 7. Mitteilung, Das System Lithium-Kadmium. Zt. f. Elektroch., 1932, Nr. 11.
31. H. Hanemann und H. J. Wiester: Die Martensitkristallisation in hochkohlenstoffhaltigen Stählen. Arch. f. d. Eisenhüttenw. **5** (1931/32) 377.
32. H. Hanemann: Die Gefügeformen des Stahles, gedeutet aus dem Bau des Atomgitters. Arch. f. d. Eisenhüttenw. **5**, 1931/32, 621.

33. H. Hanemann: Der ϱ-n-Martensit als Widmannstättensches Gefüge. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 5, 1931/32, 625.

34. H. Hanemann, U. Hofmann und H. J. Wiester: Die Strukturänderungen im Stahl beim Härten und Anlassen. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 6, 1932/33, 199.

35. H. Hanemann und A. Schrader: Atlas Metallographicus, Hefte 10—13. Kaltreckung, Rekristallisation.

36. Fr. Körber und W. Oelsen: Thermodynamische Betrachtungen zu einigen Gleichgewichtskurven des Zustandschaubildes Eisen-Kohlenstoff. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 5 (1931/32), 569.

37. A. Kußmann und A. J. Wiester: Über den Einfluß magnetischer Felder auf die Alterung des gehärteten Stahles. Stahl u. Eisen 52, 1932, 944.

38. W. Leitgebel, Berlin: Über das Sieden einiger Metalle und Legierungen bei Atmosphärendruck. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. 202 (1931), 305.

39. Loepelmann: Über die mechanischen Eigenschaften des Tempergusses mit besonderer Berücksichtigung der Korngröße. Dissertation. T. H. Charlottenburg, 1932.

40. H. Meyer, München: Vergütungsuntersuchungen an der Zink-Aluminium-Legierung von der Zusammensetzung Al_2Zn_3. Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie, herausgegeb. v. Dr.-Ing. M. v. Schwarz. T. H. München, Folge 2.

41. O. Meyer und W. Eilender, Aachen: Die Härtung legierter Stähle durch Stickstoff. Zt. des Vereins deutsch. Ing., Bd. 76, 1932, Nr. 13.

42. O. Meyer, W. Eilender und W. Schmidt, Aachen: Über die Nitrierung von Eisen und Eisenlegierungen III. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 6 (1931/32), Heft 6, S. 241/45.

43. H. Moser, K. W. Fröhlich und E. Raub: Das Dreistoffsystem Silber—Kupfer—Phosphor. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. 208 (1932), 225.

44. H. Müller, München: Ein Beitrag zum Problem der Stahlhärtung. Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie. T. H. München, Folge 7.

45. R. Ochsenfeld, Marburg: Das Auftreten des Ferromagnetismus im System Mangan-Stickstoff. Ann. d. Physik, 5. Folge, Bd. 12, 1932, Nr. 3.

46. E. Schiebold, Leipzig: Kristallstrukturforschung 1930/32. Ergebnis der technischen Röntgenkunde, Bd. III, 1933.

47. M. v. Schwarz und O. Summa, München: Gibt es eine Verbindung Al_2Zn_3? Ein röntgenographischer Beitrag zum Al—Zn-System. Metallwirtschaft XI, Heft 27, 1932.

48. M. v. Schwarz und O. Summa, München: Praktische Auswertungshilfsmittel für Feinstrukturuntersuchungen. Zt. f. Kristallogr. (A), Bd. 83, 1932, Heft 5/6.

49. M. v. Schwarz und O. Summa, München: Neue Bestimmung der Gitterkonstante von Titankarbid. Zt. f. Elektroch., 1932, Nr. 9.

50. M. v. Schwarz, München: Zur Diffusion und Entmischung in Mischkristallen. Zt. f. Metallkunde, Heft 6, 1932.

51. M. v. Schwarz, München: Röntgenschattenbilder von metallischen Werkstücken und ihre densographische Auswertung. Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie. T. H. München, Folge 8.

52. E. Raub: Mängel bei der Silberblechherstellung II. Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie. T. H. München, 6. Jahrg., Nr. 4, 1932.

53. E. Raub: Die Unterscheidung zwischen Doublé und Galvanogold. Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie. T. H. München, 6. Jahrg. Nr. 7, 1932.
54. M. Renninger, Stuttgart: Über den Einfluß der Gitterbindung auf die Ka-Linie des Kohlenstoffs. Zt. f. Physik, 78, 1932, 510.
55. P. Sommer, München: Prüfung von Leichtkolben-Baustoffen. Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie v. Dr.-Ing. v. Schwarz. T. H. München, Folge 4.
56. W. Stenzel und J. Weerts: Präzisionsbestimmung von Gitterkonstanten nichtkubischer Stoffe. Zt. f. Kristallogr. (A), Bd. 84, 1932, S. 20.
57. M. Straumanis und J. Weerts, Berlin-Dahlem: Über die Ausscheidung der α-Phase im β-Messing. Zt. f. Physik **78**, 1932, S. 1/16.
58. O. Summa, München: Röntgenographische Beiträge zum Vergütungsproblem. Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie. T. H. München, Folge 1.
59. G. Tammann, Göttingen: Zur Entwicklung der Metallkunde. Aus den Nachrichten der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen 1931/32.
60. G. Tammann und H. J. Rocha, Göttingen: Über die Legierungen des Palladiums mit Platin und mit Rhodium. Sonderdruck aus der Festschrift der Platinschmelze G. Siebert G. m. b. H., Hanau, S. 309.
61. G. Tammann u. A. v. Löwis of Menar, Göttingen: Über das Verhalten des Poloniums bei der Kristallisation von Metallen. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **205** (1932), 145.
62. W. Tangerding: Die Aederungsbestandteile im Ferrit. Dissertation. T. H. Charlottenburg, 1932.
63. E. Vincke: Farbige Goldlegierungen. Mitt. d. Forsch.-Inst. u. Probieramts f. Edelmet. a. d. Staatl. Höheren Fachschule Schwäb.-Gmünd, 6. Jahrg., Nr. 1, 1932.
64. R. Vogel: Eine umfassendere Deutung der Gefügeerscheinungen des Meteoreisens durch das Zustandsdiagramm des ternären Systems Eisen—Nickel—Phosphor. Abh. d. Ges. d. Wiss. Göttingen, math.-physik. Kl., III. Folge, Heft 6.
65. J. Weerts, Berlin-Dahlem: Über Umwandlungsvorgänge im β-Messing und in β-Silber-Zinklegierungen. Zt. f. Metallkunde **24** (1932), S. 265/270.
66. J. Weerts, Berlin-Dahlem: Präzisions-Röntgenverfahren in der Legierungsforschung. Zt. f. Metallkunde 24, 1932, S. 138/141.
67. Fr. Wever, Düsseldorf: Zur Kinetik der Umwandlungen bei der Stahlhärtung.
68. Fr. Wever und O. Lohrmann: Über Präzisionsmessungen von Gitterkonstanten. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 10.
69. Fr. Wever und H. Lange: Zur Umwandlungskinetik des Austenits. I. Magnetische Untersuchungen des Austenitzerfalles
und
70. Fr. Wever und W. Jellinghaus: Zur Umwandlungskinetik des Austenits. II. Dilatometrische Untersuchungen des Austenitzerfalles. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 6.
71. Fr. Wever und W. Jellinghaus: Über den Einfluß des Chroms auf die Umwandlungen der Kohlenstoffstähle. Mitt. Kaiser-Wilh.-Inst. Eisenforschg. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 8.

72. Fr. Wever: Zur Theorie und Praxis der Stahlhärtung. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 5 (1931/32), Heft 7, S. 367.
73. Fr. Wever: Über die Umwandlungen bei der Stahlhärtung. Zt. f. Metallkunde, 24. Jahrg., 1932, Heft 11, S. 270.
74. Fr. Wever und H. Möller: Über ein Verfahren zum Nachweis innerer Spannungen. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 5, 1931/32, Heft 4, S. 215.
75. Max Widemann: Die Durchlässigkeit von Kupfer, Aluminium und Blei für gefilterte heterogene Röntgenstrahlen, ermittelt unter Benutzung der photographischen Indikation. Metallwirtschaft XI, Heft 28, 1932, S. 383.
76. P. Wiest, Stuttgart: Röntgenographische Untersuchung über die Löslichkeit von Silber in Kupfer. Zt. f. Physik 74, 1932, 225.
77. H. J. Wiester: Die Martensitkristallisation im Filmbild. Zt. f. Metallkunde **24**, 1932, Novemberheft.
78. K. Winkler und R. Vogel: Das Zustandsschaubild Eisen—Nickel—Wolfram Arch. f. d. Eisenhüttenw. 6, 1932/33, Heft 4, S. 165.

Abt. C: Über Plastizität, Verformung und die zu ihnen in Beziehung stehenden Fragen.

79. M. Beilhack, München: Der Dauerschlagbiegeversuch. Abhängigkeit von Fallgewicht und Fallhöhe. Dissertation. T. H. München.
80. W. Boas und E. Schmid, Freiburg: Über die Struktur der Oberfläche geschliffener Metallkristalle. Naturwiss. 1932, 20. Jahrg., Heft 22/24.
81. W. Fahrenhorst und E. Schmid, Freiburg: Über die plastische Dehnung von α-Eisenkristallen. Zt. f. Physik **78** (1932), 383.
82. E. Fleischmann, München: Lagerweißmetalle. Forschungsarbeiten über Metallkunde und Röntgenmetallographie v. Dr.-Ing. v. Schwarz. T. H. München, Folge 3.
83. E. Hesse und H. J. Wiester: Eine Vereinfachung des Martenschen Spiegelgerätes. Zt. des Vereins deutsch. Ing. **76**, 1932, 785.
84. R. Holm und W. Meißner: Einige Messungen über den Fließdruck von Metallen in tiefen Temperaturen. Zt. f. Physik **74**, 1932, 736.
85. A. Pomp und A. Koch, Düsseldorf: Über den Einfluß des Schmiermittels auf den Kraftbedarf beim Ziehen von Flußstahldraht mit Krupp-Widia-Ziehsteinen. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIII, Lief. 22.
86. A. Pomp u. W. Höger, Düsseldorf: Dauerstandfestigkeitsuntersuchungen an Kohlenstoff- und niedriglegierten Stählen nach dem Abkürzungsverfahren. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIV. Lief. 4.
87. A. Pomp u. W. Enders, Düsseldorf: Dauerstandfestigkeit von Stählen für Überhitzerrohre. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 18.
88. E. Schmid und M. A. Valouch, Freiburg: Über sprunghafte Translation von Zinkkristallen. Zt. f. Physik **75** (1932), 531.
89. G. Tammann und K. L. Dreyer, Göttingen: Die Wachstumsformen von Metallkristallen. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **205** (1932), 77.
90. G. Tammann und W. Boehme, Göttingen: Die Oberflächenspannung von Goldlamellen. Ann. d. Physik, 5. Folge, Bd. 12, 1932.

91. G. Tammann und F. Neubert, Göttingen: Die Erholung von der Kaltbearbeitung, beurteilt nach der Änderung der Härte und Auflösungsgeschwindigkeit. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **207** (1932), 87.
92. G. Tammann, Göttingen: Die Erholung von den Folgen der Kaltbearbeitung. Zt. f. Metallkunde, 24. Jahrg., 1932, Heft 9.
93. J. Weerts, Berlin-Dahlem: Die elastischen Eigenschaften gewalzter und geglühter Kupferbleche. Zt. f. Metallkunde, erscheint noch.

Abt. D: Chemische Metallurgie.

94. P. Dickens und G. Thanheiser, Düsseldorf: Die potentiometrische Maßanalyse im Eisenhüttenlaboratorium.
95. P. Dickens und G. Thanheiser, Düsseldorf: Die Anwendung der potentiometrischen Maßanalyse im Eisenhüttenlaboratorium. III und IV. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 12.
96. P. Dickens und R. Brennecke, Düsseldorf: Die Anwendung der potentiometrischen Maßanalyse im Eisenhüttenlaboratorium. V. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 17.
97. O. Meyer und R. J. Castro, Aachen: Zur Sauerstoffbestimmung in Eisen und Stahl nach dem Vakuumschmelzverfahren. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 6 (1932/33), Heft 5, S. 189/92.
98. R. Schenck und Th. Dingmann: XII. Gasanalytische Mikromethoden. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. 209 (1932), 1.
99. K. Jost, Freiburg: Über den Vanadiumgehalt der Sedimentgesteine und sedimentären Lagerstätten. Dissertation. Freiburg, 1932.
100. J. Klärding: Reduktionscharakteristik einiger Eisenerze. Arch. f. d. Eisenhüttenw., Jahrg. 5, Heft 3, S. 129/38.
101. J. Klärding: Röst- und Reduktionsverhalten von Spateisensteinen. Zt. f. anorg. und allg. Chem., Bd. 207, 1932, S. 246.
102. J. Klärding: Ein neues Verfahren der Eisenerzbewertung. Internationale Erzwirtschaft und Technik, 1932, S. 105/6.
103. H. Schneiderhöhn, Freiburg: Forschungsprobleme der deutschen Metallerzlagerstätten mit besonderer Berücksichtigung der darin vorhandenen oder vermuteten selteneren Elemente. Metallwirtschaft XI, Heft 46, 1932.
104. H. Schneiderhöhn, Freiburg: Topomineralogische Reaktionslagerstätten, eine neue Gruppe von Erz- und Minerallagerstätten. Metallwirtschaft XI, Heft 4, 1932.
105. H. Schneiderhöhn, Freiburg: Die genetische Einteilung der Gesteine und Minerallagerstätten. Zt. f. prakt. Geologie, 40. Jahrg., 1932.
106. O. Bauer und G. Schikorr: Über die Einwirkung von alkoholhaltigen Treibstoffen auf Aluminium und Aluminiumlegierungen. Automobiltechn. Zt., 35. Jahrg., Heft 24, S. 583.
107. E. Berl und H. Hinkel, Darmstadt: Der Einfluß von Laugen und Salzlösungen auf Kesselbaustoffe. Arch. f. Wärmewirtschaft u. Dampfkesselwesen, 13. Jahrg., 1932, Nr. 11.

108. R. Glauner und R. Glocker, Stuttgart: Bestimmung der Lösungsgeschwindigkeit der verschiedenen Flächen von Kupfereinkristallen. Zt. f. Kristallogr., 80. Bd., 1931.
109. L. Graf, Berlin: Korrosionsgefüge, Korrosionsmechanismus und die Tammannschen Resistenzgrenzen. Röntgenographische Untersuchung an Gold-Kupfer-Einkristallen.
110. J. Kleffner und E. J. Kohlmeyer, Berlin: Der Einfluß von Kieselsäure auf die Dissoziation von Eisenoxyd. Metall u. Erz, 1932, Heft 10.
111. J. Kohlmeyer, Berlin: Über die Schlacken der Nichteisenmetalle. Metallwirtschaft XI, 1932, Heft 36/37, S. 485.
112. F. Körber, Düsseldorf: Anwendbarkeit des idealen Massenwirkungsgesetzes auf metallurgische Prozesse.
113. F. Körber und W. Oelsen, Düsseldorf: Über die Beziehungen zwischen manganhaltigem Eisen und Schlacken, die fast nur aus Manganoxydul und Eisenoxydul bestehen. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 13.
114. F. Körber und W. Oelsen: Die Gleichgewichte $Pb + SnCl_2 = PbCl_2 + Sn$ und $Cd + PbCl_2 = CdCl_2 + Pb$ im Schmelzfluß. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 9.
115. F. Körber und G. Thanheiser, Düsseldorf: Untersuchungen über den metallurgischen Verlauf des Thomasverfahrens. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 14.
116. F. Sauerwald, Breslau: Die bisherigen Ergebnisse der Untersuchung der Gleichgewichtssysteme bei der Stahlerzeugung. Arch. f. Eisenhüttenw. 5 (1931/32), Heft 7.
117. G. Sitz, Berlin: Über das System Kalk-Eisenoxyd-Kieselsäure im Hinblick auf seine Bedeutung für die metallhüttenmännischen Schlacken. Dissertation. T. H. Berlin.
118. G. Tammann und H. O. v. Samson-Himmelstjerna, Göttingen: Zur Entschwefelung des Stahlbades. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. **202** (1931), 329.
119. A. Cissarz, Freiburg: Reflexionsmessungen an absorbierenden Kristallen, mit besonderer Berücksichtigung der Erzmineralien. Zt. f. Kristallogr. (A), Bd. 82, Heft 5/6, 1932.
120. F. Krüll, Freiburg: Über die Synthese und einige Eigenschaften von Polianit, Braunit und Hausmannit. Zt. Chem. d. Erde, 1932, Bd. 7.
121. F. Krüll, Freiburg: Dissoziationsmessungen an synthetisch dargestellten kristallisierten Manganoxyden. Zt. f. anorg. u. allgem. Chemie, Bd. 208, 1932, 134.
122. P. Bardenheuer und W. Bottenberg, Düsseldorf: Zur Kenntnis des Hochfrequenz-Induktionsofens VI. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 7.
123. H. Moritz, Freiburg: Eine Spezialbohrmaschine zur Gewinnung analysenreiner Proben aus Gesteinen, Erzen, Aufbereitungsprodukten und Metallen. Zbl. f. Mineral., Geol., Paläont., Abt. A, Jahrg. 1932, Nr. 7.
124. J. Westermann, Berlin: Rhodiumdraht für Laboratoriumsöfen. Metallwirtschaft XI, 1932, Heft 11, S. 152.
125. F. Wever und G. Hindrichs, Düsseldorf: Zur Kenntnis des Hochfrequenz-Induktionsofens V. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIII, Lief. 23.

126. G. Becker und W. A. Roth, Braunschweig: Die Bildungswärmen von Indium trioxyd und Germaniumdioxyd. Zt. f. physik. Chem. Abt. A **161**, 1932, S. 69.

127. W. A. Roth und H. Banse, Braunschweig: Die Verbrennungs- und Bildungswärme von Kohlenoxyd und Methan. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 6 (1932/33), Heft 1, S. 43/46.

128. W. A. Roth und H. Troitzsch, Braunschweig: Bildungswärme von Metakalziumsilikat (Wollastonit) und Ferroorthosilikat (Fayalit). Arch. f. d. Eisenhüttenw. 6 (1932/33), Heft 2, S. 79/83.

129. W. A. Roth und H. Zeumer, Braunschweig: Beiträge zur Thermochemie des Schwefeldioxydes. Zt. f. Elektroch., Bd. 38, Nr. 3, 1932.

130. W. A. Roth und G. Becker, Braunschweig: Ordnungszahl und Bildungswärme. Zt. f. physik. Chem. Abt. A **159**, 1932, S. 1.

131. W. A. Roth und G. Becker, Braunschweig: Beiträge zur physikalischen Chemie des Rheniums. Zt. f. physik. Chem. Abt. A **159**, 1932, S. 27.

132. W. A. Roth und A. Meichsner, Braunschweig: Zur Thermochemie des Thalliums. Zt. f. Elektroch., 1932, Nr. 2.

133. W. A. Roth, Braunschweig: Zusammenfassender Bericht über die Fortschritte der Kalorimetrie und Thermochemie in den letzten Jahren. Zt. f. Elektroch., 1932, Nr. 2.

134. W. A. Roth, Braunschweig: Neuere Ergebnisse thermochemischer Meßmethoden. Zt. f. angew. Chem., 1932, Nr. 50, S. 763.

135. W. A. Roth, Braunschweig: Metallurgie und Thermochemie. Chem.-metall. Zt., 1932, Nr. 79, S. 1261.

136. P. Bardenheuer, Düsseldorf: Über den Desoxydationsverlauf bei der Herstellung von siliziertem Flußstahl. Naturwiss., Heft 22/24, 1932.

137. P. Bardenheuer und G. Thanheiser, Düsseldorf: Über den Desoxydationsverlauf bei der Herstellung von Transformatorenstahl. Mitt. a. d. K. W. I. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 15.

138. K. Hild, Düsseldorf: Die Gesamtstrahlung einiger Oxyde und Oxydgemische. Mitt. a. d. K. W. I. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 5.

139. K. Hild, Düsseldorf: Die Bildung des Spinells Al_2ZnO_4 durch Reaktion im festen Zustand. Zt. f. physik. Chem. Abt. A, 161, 1932, 305.

140. E. J. Kohlmeyer, Berlin: Über den Zerfall von Metallsulfiden, im besonderen des Antimons, Zinns und Bleis bei höheren Temperaturen. Metall u. Erz, 1932, Heft 6.

141. O. Meyer, Aachen: Das Verhalten von oxydhaltigem Eisen im Chlorstrom. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 6 (1932/33), Heft 5, S. 193/97.

142. E. Raub: Die Richtigstellung des Sulfatgehaltes in Chrombädern. Arch. f. d. Eisenhüttenw. 6, Jahrg. Nr. 5/6, 1932.

143. P. Röntgen und R. Buchkremer, Aachen: Der Einfluß von metallischen Verunreinigungen auf die technische Zinkelektrolyse. Metall u. Erz, 1932, Heft 21.

144. R. Schenck, Fr. Kurzen und H. Wesselkock: Über die Aktivierung der Metalle durch fremde Zusätze II. Zt. f. anorg. u. allg. Chem. 206 (1932), 273.

145. R. Schenck, H. Franz und A. Laymann: Gleichgewichtsuntersuchungen über die Reduktions-, Oxydations- und Kohlungsvorgänge beim Eisen XI. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. 206 (1932), 129.

146. R. Schenck und Fr. Speckmann: Über Gleichgewichte beim System Bi—S—O. Zt. f. anorg. u. allgem. Chem. 206 (1932), 378.
147. G. Trömel: Beiträge zur Kenntnis des Systems Kalziumoxyd-Phosphorpentoxyd. Mit mikroskopisch-optischen Untersuchungen von Hans Schneiderhöhn. Mitt. a. d. K. W. J. Düsseldorf, Bd. XIV, Lief. 3.
148. G. Trömel: Untersuchungen über die Bildung eines halogenfreien Apatits aus basischen Kalziumphosphaten. Zt. f. physik. Chem. Abt. A 158 (1932), 422.
149. G. Trömel und H. Möller: Die Bildung schwer löslicher Kalziumphosphate aus wäßriger Lösung und die Beziehungen dieser Phosphate zur Apatitgruppe. Zt. f. anorg. u. allg. Chem. 206, 1932, 227.
150. G. Trömel: Untersuchungen über die Bildung eines halogenfreien Apatits aus basischen Kalziumphosphaten. Zt. Die Phosphorsäure, Heft 2, 1932.
151. F. Körber und G. Trömel: Untersuchungen über Kalk-Phosphorsäure- und Kalk-Phosphorsäure-Kieselsäure-Verbindungen. Zt. f. Elektroch., Bd. 38, Nr. 8a, 1932.
152. R. Vogel und E. Martin: Das System Eisenoxydul-Eisenoxyduloxyd. Arch. f. d Eisenhüttenw. 6, 1932/33, Heft 3, S. 109.
153. J. Westermann, Berlin: Über die Aufnahme von Silberoxyd durch Oxyde und Oxydverbindungen bei höheren Temperaturen. Zt. f. anorg. u. allg. Chem. **206** (1932), 97.